REVISTA PĂDURILOR

REVISTĂ TEHNICO-ŞTIINŢIFICĂ EDITATĂ DE SOCIETATEA „PROGRESUL SILVIC”

Redactor responsabil:
prof. dr. ing. Stelian Alexandru BORZ

Colegiul de redacţie

Membri:
prof. dr. ing. Ioan Vasile ABRUDAN
ing. Codruţ BÂLEA
prof. dr. ing. Alexandru Lucian CURTU
conf. dr. ing. Mihai DAIA
dr. ing. Gabriel DUDUMAN
prof. dr. ing. Ion I. FLORESCU
ing. Olga GEORGESCU
acad. prof. Victor GIURGIU
prof. dr. ing. Sergiu HORODNIC
dr. ing. Maftei LEŞAN
ing. Dragoş Ciprian PAHONŢU
dr. ing. Romică TOMESCU

Fotografii copertă:
Copertă faţă / spate şi interior:
Peisaje hibernale din pădurile României
© Ecaterina Aluniţa MUNTEANU

ISSN: 1583-7890
Varianta on-line:
www. revistapadurilor. com
ISSN 2067-1962

Indexare în baze de date:
CABI
DOAJ
Google Academic
SCIPIO

CUPRINS
(Nr. 4 / 2017)

Ioan Ilie AFRĂSÎNEI, Marius CHEŢA, Nicolae TALAGAI, Elena Camelia MUŞAT, Stelian Alexandru BORZ: Testarea capacităţii culturilor de salcie energetică de a acţiona ca bariere de sunet 3

Marius CHEŢA, Nicolae TALAGAI: Automatizarea colectării de date în studii de timp pentru operaţii realizate cu ferăstraie mecanice prin utilizarea de senzori 18

Adrian Ioan TRELLA: O particularizare a lucrărilor de conservare pentru pădurile cu funcţii de conservare a biodiversităţii 30

Gabriela-Codrina TIŢĂ, Marina Viorela MARCU: Variaţia diametrului, a temperaturii şi umidităţii relative a aerului într-o cultură tânără de plop euramerican 38

Florian BORLEA: Întâlnirea anuală a Pro Silva în România 55

Valeria-Maria ALEXANDRU, Elena Camelia MUŞAT: Doamna Prof. dr. ing. Valentina Doina Ciobanu împlineşte 70 de ani 57

Reproducerea parţială sau totală a articolelor sau ilustraţiilor poate fi făcută cu acordul redacţiei revistei. Este obligatoriu să fie menţionat numele autorului şi al sursei. Articolele publicate de *Revista Pădurilor* nu angajează decât responsabilitatea autorilor lor.

4
2017

CONTENT
(Nr. 4 / 2017)

Ioan Ilie AFRĂSÎNEI, Marius CHEȚA, Nicolae TALAGAI, Elena Camelia MUȘAT, Stelian Alexandru BORZ: Testing the capacity of willow short rotation crops to act as sound barriers 3

Marius CHEȚA, Nicolae TALAGAI: Using motion detection and sound pressure sensors to automate data collection in motor-manual production studies 18

Adrian Ioan TRELLA: An outline of conservation operations with applicability in forests with biodiversity conservation functions 30

Gabriela-Codrina TIȚĂ, Marina Viorela MARCU: Variation of diameter at the breast height, air temperature and air relative humidity into a young poplar culture 38

Florian BORLEA: The annual meeting of Pro Silva in Romania 55

Valeria-Maria ALEXANDRU, Elena Camelia MUȘAT: Prof. dr. eng. Valentina Doina Ciobanu turns 70 years old 57

REVISTA PĂDURILOR
1886
2017
132 ANI

Testarea capacității culturilor de salcie energetică de a acționa ca bariere de sunet

Ioan Ilie AFRĂSÎNEI
Marius CHEȚA
Nicolae TALAGAI
Elena Camelia MUȘAT
Stelian Alexandru BORZ

1. Introducere

Sub raport fizic, sunetul este rezultatul vibrațiilor unui corp care emite fluctuații de presiune, iar una dintre dimensiunile fizice ale sunetului este intensitatea acestuia, care reprezintă nivelul de presiune acustică sau tăria sunetului, măsurată obișnuit în decibeli (dB). Modul de propagare a sunetului, precum și intensitatea acestuia depind de mediul în care sunt studiate astfel de caracteristici. De exemplu, nivelul de presiune acustică a sunetului emis de aceeași sursă, și cu aceeași tărie, este recepționat în spații închise ca fiind mai mare cu circa 10-14 dB față de spațiile deschise, deoarece el poate fi reflectat de mai multe ori (Helander, 2006).

Sunetul este un fenomen fizic normal, dar atunci când devine deranjant, inclusiv prin frecvență și prin nivel de presiune acustică, uneori cu provocarea unor daune temporare sau permanente asupra aparatului auditiv, el este definit drept zgomot.

Unitatea de măsură a frecvenței unei unde este Hertz-ul care exprimă numărul ciclurilor de vibrații propagate într-un anumit interval de timp. Omul poate percepe sunete cu frecvențe cuprinse între 20 și 20000 Hz (Alexandru, 1997). Pentru urechea umană, frecvența și nivelul de presiune acustică definesc suprafața de audibilitate cu cele două limite ale sale: pragul de audibilitate și pragul de senzație dureroasă, iar intensitățile care depășesc 110 dB situează zgomotele dincolo de limitele suportabile (Alexandru, 1997).

În același timp, poluarea fonică reprezintă una dintre marile probleme actuale ale omenirii. Expunerea la zgomot generează efecte negative asupra omului, de natură fiziologică și psihologică, ceea ce se reflectă şi asupra altor parametri ce caracterizează performanța umană, precum scăderea productivității muncii (Helander, 2006). Cele mai expuse la poluare fonică sunt zonele urbanizate unde spațiile construite, având diverse utilizări, sunt concentrate pe suprafețe mici ce se interconectează prin căi de comunicație practicate de autovehicule. De asemenea, așezările rurale din România sunt localizate majoritar de-a lungul căilor de comunicație și transport, cum sunt șoselele. Evident, principalele surse de zgomot în zonele construite sunt cele specifice traficului rutier și feroviar.

Unele dintre soluțiile utilizate în vederea reducerii zgomotului emis de astfel de surse constau din construirea unor zone de protecție, denumite generic bariere de zgomot (sunet). Ele presupun amplasarea, la distanțe corespunzătoare, a unor bariere construite din diferite materiale fonoabsorbante ce au menirea de a proteja diferite obiective față de surse potențiale de zgomot, acestea acționând ca zone tampon față de sursa de zgomot (***, 1996). Nivelul ridicat al zgomotelor poate fi redus și prin adoptarea măsurilor de izolare a zgomotului la sursă, dar acestea sunt mai puțin practicabile în cazul protecției zonelor locuite împotriva zgomotului generat de trafic.

În categoria materialelor caracterizate de proprietăți fonoabsorbante se încadrează și barierele constituite din vegetație lemnoasă. Astfel, culturile lemnoase, constituite în terenuri intravilane sau în terenuri agricole, pot fi utilizate pentru realizarea de bariere de sunet. De asemenea, lemnul, ca material, este utilizat frecvent în amenajarea de bariere de sunet pe lângă căile de comunicație. Cert este însă faptul că barierele de sunet constituite din vegetație nu au capabilitatea de atenua zgomotul la nivelul la care o fac construcțiile similare din beton sau alte materiale (Halim *et al.*, 2015), precum cert este şi faptul că anumite caracteristici cheie, de natură biometrică şi inginerească, în special cele legate de strategia de plantare (Van Renterghem, 2014), pot afecta capacitatea de atenuare a zgomotului pe care o astfel de cultură o posedă. Pe de altă parte, barierele de sunet constituite din beton sau alte materiale sintetice pot implica costuri mari de construcție, nu posedă funcții ecologice şi pot avea o funcționalitate estetică limitată.

În ultima perioadă, culturile de salcie energetică s-au dezvoltat destul de mult, inclusiv în România (Scriba *et al.*, 2014), deoarece sunt capabile să producă cantități mari de biomasă pe unitatea de suprafață, cantități ce se pot obține

relativ repede. Pe lângă furnizarea de biocombustibili regenerabili, ele contribuie, printre altele, la creşterea biodiversităţii, la furnizarea de materie primă pentru diferite aplicaţii inginereşti, cum ar fi cele de consolidare a barajelor de pământ şi a malurilor apelor, precum şi la stocarea carbonului (Hammar *et al.*, 2014). Kuzovkina şi Volk (2009) identifică patru mari categorii de aplicaţii ale salciei în ingineria ecologică: reintroducerea terenurilor în circuitul economic, fitoremediere (prin rizofiltrare, fitoextracţie şi fitodegradare, fitostabilizare), bioinginerie (prin controlul eroziunii, structuri protective) şi sisteme agrosilvice, inclusiv cultura biomasei. Deşi sunt utilizate tradiţional pentru sectorul energetic, este evident că una dintre aplicaţiile din categoria bioingineriei prin structuri protective este cea de utilizare a salciei ca barieră de sunet vie (Kuzovkina şi Volk, 2009). Astfel de aplicaţii au fost testate, de exemplu, în Canada (Laberque şi Teodorescu, 2005), obţinându-se rezultate bune în ceea ce priveşte comportamentul unor amenajări hibride ce integrează salcie, panouri de lemn şi pământ într-un ansamblu de tipul unui perete cu rol de atenuare a sunetului, concomitent cu îndeplinirea unor roluri ecologice şi estetice. Totuşi, astfel de soluţii pot fi costisitoare şi nu permit îndeplinirea, de exemplu, a unor funcţii de producţie. Pe de altă parte, culturile de salcie energetică au un real potenţial de utilizare şi sub formă de perdele forestiere de protecţie agricolă, în acele zone în care acestea sunt adaptate pentru vegetaţie, mai ales în contextul în care perdelele de protecţie prezintă un real interes pentru România (Vasilescu, 2015).

Frunzele şi ramurile arborilor pot juca un rol important în atenuarea zgomotului (Dobson şi Ryan, 2000), aspect deosebit de important dacă se doreşte utilizarea culturilor de salcie în aplicaţii de atenuare şi absorbire a zgomotului. De asemenea, posibilitatea de a utiliza astfel de culturi, atât pentru producţia de biomasă, cât şi pentru atenuarea zgomotului, poate genera mai multe beneficii pentru societate.

Scopul prezentului studiu a fost acela de a testa capacitatea culturilor de salcie energetică de rotaţie scurtă de a atenua nivelul de presiune acustică, în vederea utilizării acestora ca bariere se sunet (zgomot). Obiectivele studiului de faţă au fost: (i) testarea măsurii în care culturile de salcie au capacitatea de a atenua zgomotul emis de o sursă variabilă ca nivel de presiune acustică şi locaţie şi (ii) punerea în evidenţă a gradului de atenuare a zgomotului, ca efect al distanţei faţă de sursă într-un studiu comparativ: teren descoperit *vs.* teren acoperit de cultura de salcie energetică.

2. Materiale şi metode

2.1. Localizarea studiului

Pentru colectarea datelor s-au executat o serie de experimente într-o cultură de salcie întemeiată în scopul producerii de biomasă pentru energie termică. Cultura în cauză este localizată de coordonatele geografice 45°53'23.32''N - 25°59'23.80''E (Figura 1), pe raza localităţii Moacşa, din judeţul Covasna.

Fig. 1: ***Localizarea studiului. Prelucrare după Google Earth®. Legendă: 1 - drum naţional, 2 - drum de pământ de utilitate agricolă, 3 - limita culturii de salcie, 4 - teren agricol***

Din punct de vedere al utilității studiului, locația aleasă prezintă mai multe avantaje legate de reprezentativitate. În primul rând, cultura în cauză este localizată lângă o cale de comunicație, de tipul drumurilor auto, fapt ce asigură reprezentativitatea generală legată de aplicabilitatea rezultatelor în protecția zonelor construite împotriva zgomotului generat de traficul pe căile de comunicație.

În al doilea rând, cultura în cauză se încadrează sub raportul spațierii exemplarelor de salcie în schema europeană de plantare, schemă de plantare ce se aplică majoritar și în condițiile României (Talagai și Borz, 2016). Din acest punct de vedere, este de așteptat ca astfel de culturi să îndeplinească mai multe funcții, inclusiv cea de a produce materie primă pentru diverse sectoare economice, concomitent cu asigurarea funcției de protecție acustică.

În al treilea rând, condițiile în care s-a aflat cultura de salcie la momentul efectuării experimentelor au fost cele tipice pentru aplicarea unor lucrări de recoltare specifice utilizării biomasei care să asigure funcționalitatea ca barieră de sunet: cultura se afla în perioada de creștere și lăstărire, la jumătatea anului (iunie, 2017), după prima recoltă (Figura 2).

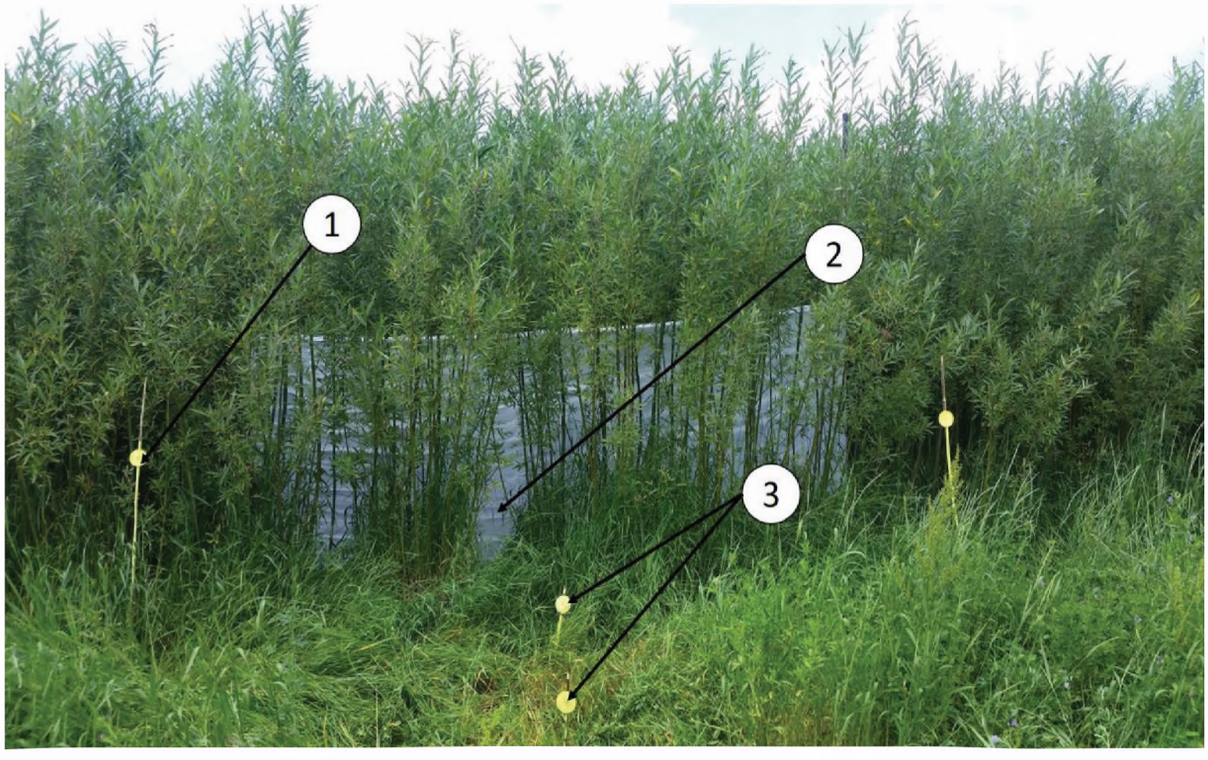


Fig. 2: ***Amplasarea pieței de probă a experimentului. Legendă: 1 - delimitator al suprafeței de probă, 2 - ecran din material textil pentru punerea în evidență a gradului de ramificare al exemplarelor de salcie, 3 - țăruși pentru indicarea locului de amplasare a sursei de zgomot***

Nu în ultimul rând, caracteristicile locale ale culturii luate în studiu au furnizat condițiile necesare pentru experimentarea în interiorul și exteriorul acesteia și pentru punerea în evidență a eventualelor diferențe.

2.2. Designul experimental

2.2.1. Organizarea studiului de teren

În vederea colectării datelor de teren, studiul s-a organizat în etape structurate logic. În general, nivelul de presiune acustică pe care îl poate genera traficul auto obișnuit este sub nivelul unor surse de zgomot, precum ferăstraiele mecanice (Dobson și Ryan, 2000). În studiul de față, s-a pornit de la ideea utilizării unui ferăstrău mecanic ca sursă de zgomot, din motive evidente legate de controlarea condițiilor experimentale, prin varierea nivelului de presiune acustică și imobilizarea sursei de zgomot, aspecte în măsură să genereze rezultatele preconizate ale studiului. În acest fel,

s-a putut controla, într-o anumită măsură, nivelul de presiune acustică emis pentru a se observa comportamentul ca material fonoabsorbant al culturii de salcie, respectiv s-a putut controla direcționarea în condiții similare a undelor acustice în timpul experimentului. Controlul factorilor generatori de zgomot externi s-a realizat prin amplasarea experimentului la o distanță mare de alte surse potențiale de zgomot, precum și prin alegerea unei zile de experimentare caracterizată de absența vântului, și prin păstrarea liniștii în timpul desfășurării experimentului.

Comportamentul culturii de salcie ca barieră de sunet a fost monitorizat prin utilizarea unor senzori cu capabilități de colectare a datelor, de tipul sonometrelor.

O primă etapă a constat din pregătirea motoferăstrăului pentru experiment, prin alimentare cu amestec carburant și lubrifianți, urmată de un test de funcționare premergător experimentului propriu-zis. Apoi, s-a recurs la delimitarea unei suprafețe de probă și la amplasarea unor țăruși (Figura 2, Figura 3), cu înălțimea de 85 cm față de nivelul solului, care au servit la montarea senzorilor de presiune acustică, cu rol de receptori în interiorul și exteriorul culturii de salcie, precum și la sprijinirea ferăstrăului mecanic în timpul experimentului pentru asigurarea unor poziții variabile ale sursei.

Ulterior, s-a recurs la realizarea a două experimente ale căror caracteristici distinctive au constat din poziționarea senzorilor receptori în interiorul și în afara culturii de salcie, la distanțe și înălțimi prestabilite față de sol (85 cm). Distanțele s-au stabilit astfel încât între sursa de zgomot și receptor să existe 1, 2 respectiv 4 rânduri duble de cultură în vederea testării capacității de atenuare a culturii de salcie în funcție de lățimea potențială a acesteia, cunoscându-se faptul că, pe măsură ce lățimea unei benzi de protecție constituită din vegetație crește, nivelul de atenuare crește de asemenea.

Înălțimea la care au fost poziționați senzorii receptori față de sol s-a ales astfel încât să coincidă cu înălțimea potențială a surselor de zgomot specifice traficului auto. În acest fel, poziția senzorilor receptori a fost una fixă (Figura 3), iar simulările s-au realizat prin poziționarea ferăstrăului mecanic pe țărușii exteriori culturii de salcie (Figura 4), amplasați din metru în metru față de marginea acesteia.

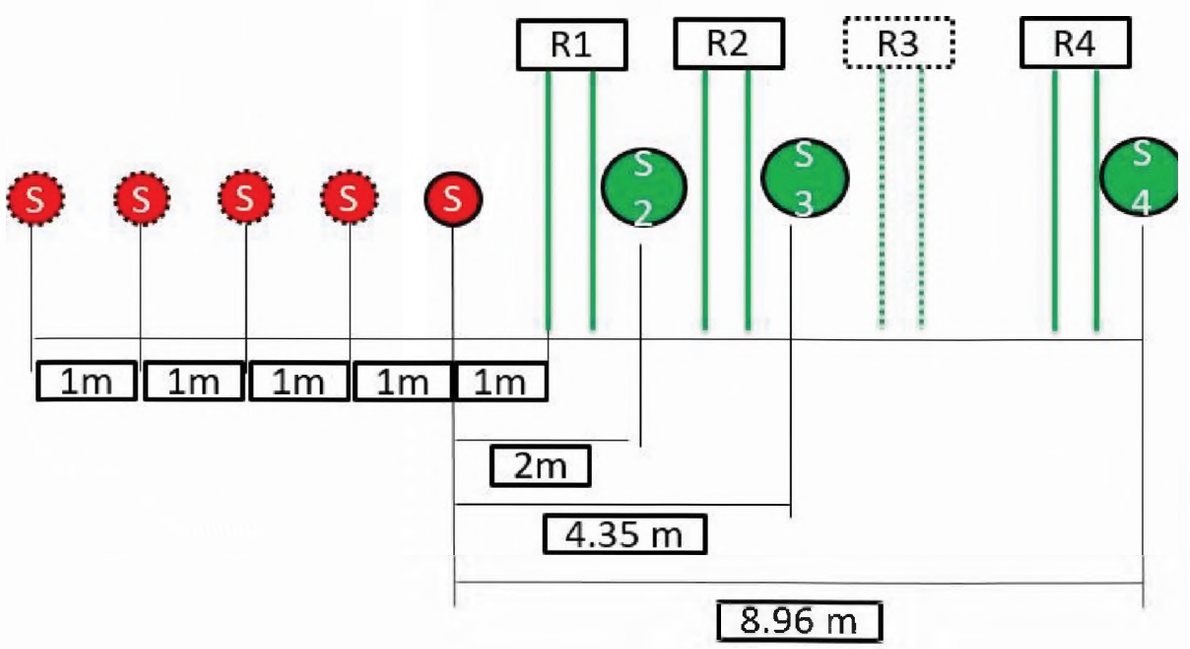


Fig. 3: ***Designul experimental privind amplasarea sursei și a receptorilor în cultura de salcie. Legendă: S - sursă de zgomot, S2, S3 și S4 - receptori, R1, R2, R3 și R4 - rânduri duble de cultură. Distanța între două seturi de rânduri duble - 150 cm; distanța între două rânduri într-un set - 75 cm***

Fig. 4: ***Poziţionarea ferăstrăului pe ţăruşi în timpul simulării regimurilor de funcţionare şi a nivelurilor de presiune acustică emise***

La fiecare poziționare, s-au simulat câte trei regimuri de funcționare ale ferăstrăului: ralanti (*R*), semiturat (*S*) și turat complet (*T*). Aceste regimuri de funcționare au fost simulate după ce toți senzorii receptori, respectiv senzorul montat pe sursă (ferăstrău) au fost setați pentru colectarea de date. Duratele de simulare pentru experimentul realizat în interiorul culturii sunt redate în Tabelul 1, sub forma timpilor cronometrați în teren pentru fiecare condiție. Experimentul realizat în afara culturii a luat în considerare condiții similare cu privire la poziționarea senzorilor receptori, a sursei de zgomot și a regimului de funcționare al acesteia. Singura diferență față de primul experiment a constat din absența culturii de salcie, ca strat tampon între sursă și senzorii receptori. Duratele de simulare pentru experimentul realizat în exteriorul culturii sunt redate în Tabelul 2, sub forma timpilor cronometrați în teren pentru fiecare condiție.

Tabelul 1. ***Durate de simulare pentru diferite poziţii ale sursei de zgomot şi regimuri de funcţionare în cazul experimentului realizat în interiorul culturii***

Poziția sursei față de marginea culturii	Timp cumulat de experimentare [ore:minute:secunde]			
	Start	Ralanti	Semiturat	Turat
1	00:05:00	00:06:00	00:07:00	00:08:00
2	00:08:05	00:09:05	00:10:05	00:11:05
3	00:11:10	00:12:10	00:13:10	00:14:10
4	00:14:15	00:15:15	00:16:15	00:17:15
5	00:17:20	00:18:20	00:19:20	00:20:20

Tabelul 2. ***Durate de simulare pentru diferite poziţii ale sursei de zgomot şi regimuri de funcţionare în cazul experimentului realizat în exteriorul culturii***

Poziția sursei față de marginea imaginară a culturii	Timp cumulat de experimentare [ore:minute:secunde]			
	Start	Ralanti	Semiturat	Turat
1	00:05:20	00:06:20	00:07:20	00:08:20
2	00:08:25	00:09:25	00:10:25	00:11:25
3	00:11:30	00:12:30	00:13:20	00:14:20
4	00:14:35	00:15:35	00:16:35	00:17:35
5	00:17:40	00:18:40	00:19:40	00:20:40

Duratele de simulare pentru ambele experimente au fost cronometrate prin utilizarea unui cronometru profesional, astfel încât acestea să rezulte egale pentru fiecare condiție simulată. Din acest punct de vedere, utilizarea acestui cronometru a condus la diferențe de cronometrare mai mici de o secundă. Informațiile necesare recunoașterii la birou a fiecărei condiții simulate în teren s-au notat pe un carnet de teren. Aceste informații au constat din notarea regimurilor de funcționare, a poziției sursei de zgomot și a duratelor, urmând ca la birou aceste informații să fie utilizate în separarea datelor din șirurile colectate în mod continuu de către senzori.

2.2.2. Caracteristicile senzorilor utilizați

Pentru colectarea datelor cu privire la nivelul de presiune acustică, atât pentru sursă, cât și pentru receptori, s-au utilizat 4 sonometre de dimensiuni mici, dotate cu capabilități de înregistrare a datelor (Figura 5). Aceste dispozitive permit realizarea de înregistrări la rate de eșantionare foarte mici, presetabile de către utilizator. Acestea încep de la 50 milisecunde, în cazul în care se lucrează cu o conexiune directă la calculator, și de la 500 milisecunde, în cazul în care dispozitivul este setat să colecteze date independent.

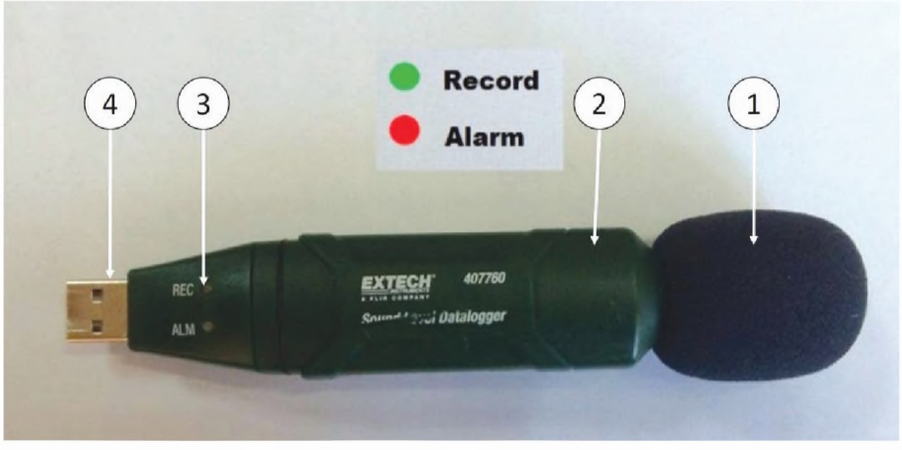


Fig. 5: ***Sonometrul cu funcții de colectare a datelor - EXTECH® 407760. Legendă: 1 - microfon protejat împotriva vântului, 2 - corpul dispozitivului, ce include amplificatorul și dispozitivele electronice de conversie a semnalului, 3 - butoane de comandă, 4 - port USB pentru setarea asistată de calculator a dispozitivului și pentru descărcarea datelor***

Setarea ratei de eșantionare, a scării de înregistrare și a modului de lucru (modalității de colectare a datelor) se realizează prin utilizarea unui program software specializat (Figura 6). Același program permite descărcarea datelor colectate și afișarea preliminară a acestora pe ecran.

Fig. 6: ***Interfața grafică a programului software utilizat în setarea și descărcarea informației din colectorul de date***

Pentru studiul de față s-au utilizat următorii parametri de colectare a datelor: rata de eşantionare - 500 milisecunde, scara de ponderare - dB(A), modul de lucru - rapid (fast).

Programul software utilizat are capabilitatea de a exporta datele descărcate în format MicroSoft Excel. Fişierele rezultate conţin informaţii cu privire la data şi ora începerii colectării de date, precum şi datele efective, organizate sub forma unor şiruri ce conţin referinţe temporale împerecheate cu valorile înregistrate ale nivelului de presiune acustică.

2.2.3. Procesarea datelor

După descărcarea datelor a rezultat un număr de patru fişiere MicroSoft Excel, câte unul corespunzător fiecărui senzor utilizat. Fişierele descărcate au fost salvate cu o denumire care să indice poziţia în care au fost utilizate în teren (cazul senzorilor receptori), respectiv denumire „sursă" pentru senzorul care a fost montat pe ferăstrăul mecanic.

Ulterior, datele s-au centralizat într-un singur fişier MicroSoft Excel, unde au fost sincronizate pe baza referinţelor temporale incluse în şiruri. Apoi, s-a trecut la includerea de coduri care să descrie condiţiile în care s-au eşantionat datele în diferite perioade de experimentare, coduri ce s-au utilizat mai departe în separarea condiţiilor specifice, elaborarea de grafice şi în analiza statistică a datelor.

2.2.4. Analiza statistică a datelor

Analiza statistică a datelor a constat din reprezentarea grafică a datelor înregistrate în diferite condiţii, specifice celor două experimente realizate, precum şi din calcularea principalilor indicatori ai statisticii descriptive: valori minime şi maxime, media şi abaterea standard.

Ulterior, s-au calculat diferenţele procentuale pentru punerea în evidenţă a gradului de atenuare a zgomotului, specifice regimurilor de funcţionare la nivel de experiment realizat, pentru ca, ulterior, să se realizeze comparaţii procentuale între cele două experimente, care să pună în evidenţă eventualele diferenţe în termeni de nivel de presiune acustică datorate prezenţei culturii de salcie energetică.

Pentru toate aceste prelucrări s-au utilizat valorile medii calculate pentru fiecare condiţie şi fiecare experiment.

3. Rezultate şi discuţii

3.1. Răspunsul general al senzorilor receptori în experimentul realizat în interiorul culturii de salcie

În Figura 7 se prezintă răspunsul general al senzorilor receptori în termeni de nivel de presiune acustică (dB(A)), ca efect al variaţiei poziţiei sursei şi regimului de funcţionare al acesteia, pentru poziţii fixe ale senzorilor receptori, în interiorul culturii de salcie.

După cum se observă, indiferent de poziţia sursei faţă de marginea culturii de salcie, nivelul de atenuare al zgomotului a fost semnificativ pentru senzorii receptori plasaţi la distanţe de 2, 4,35 şi 8,96 m.

Odată cu îndepărtarea sursei de receptori (la 1, 2, 3, 4 şi 5 m), gradul de atenuare a crescut, probabil şi ca efect al distanţei faţă de sursă. Pentru aceeaşi poziţie a sursei, precum şi pentru acelaşi regim de funcţionare, au fost înregistrate atenuări semnificative (de până la 5 dB(A)) ca efect al poziţiei senzorului receptor faţă de marginea culturii de salcie.

Conform aşteptărilor, nivelul de presiune acustică a variat în funcţie de regimul de funcţionare al sursei de zgomot.

O variabilitate mai mare a valorilor înregistrate în şirul de date se observă în cazul regimului de funcţionare în ralanti, aceasta fiind specifică modului de funcţionare al motoarelor în doi timpi.

Pe măsură ce motorul a fost turat, parţial sau total, variabilitatea datelor din şirurile specifice a fost mai mică, dar nivelul de presiune acustică emis de sursă a crescut de la circa 90 dB(A) la circa 107-110 dB(A) în regim semiturat, respectiv la circa 110-115 dB(A) în regim turat complet.

Fenomenul s-a propagat corespunzător la senzorii receptori, unde nivelul înregistrat a fost, totuşi, mult mai mic, ca efect al distanţei şi al atenuării cauzate de vegetaţia din cultura de salcie.

Pentru comparare, Figura 8 prezintă variaţia nivelului de presiune acustică, pentru experimentul realizat în condiţii similare, în afara culturii de salcie (teren deschis).

În acest caz, senzorii receptori au fost plasaţi la distanţe echivalente cu cele corespunzătoare plasării lor în interiorul culturii de salcie. Comportamentul general, cauzat de poziţia sursei, regimul de funcţionare şi poziţia senzorilor receptori a fost unul similar experimentului realizat în interiorul culturii de salcie.

Diferențele specifice au fost, cel puțin în teorie, cele generate de absența vegetației, precum și de eventualele fluctuații în regimul de funcționare, care au fost mai greu de controlat dat fiind faptul că accelerația ferăstrăului a fost controlată manual, iar ferăstrăul a fost utilizat în acest experiment după efectuarea experimentului în interiorul culturii de salcie.

3.2. Gradul de atenuare a nivelului de presiune acustică pentru experimentul realizat în interiorul culturii

În Tabelele 3-5 se prezintă statisticile descriptive și nivelul de atenuare al zgomotului ca efect al poziției (depărtării) sursei, poziției senzorilor receptori și a regimului de funcționare pentru experimentul realizat în interiorul culturii de salcie. După cum se poate observa, tendința generală a fost aceea de atenuare a zgomotului direct proporțional cu lățimea culturii de salcie. Pentru valori medii ale nivelului de presiune acustică emis de sursă corespunzătoare, mai mult sau mai puțin, nivelului emis de un autocamion (cca. 90 dB(A) percepuți la 10 m), gradul de atenuare ca efect al distanței și a prezenței culturii a fost cuprins între 15 și 36% pentru diferite poziții ale senzorilor receptori și ale sursei. Efectele cele mai mari de atenuare au fost specifice situației în care sursa a fost amplasată la 5 m de marginea culturii, iar senzorul receptor a fost poziționat la distanța de 8,96 m de marginea culturii, luându-se astfel în calcul 8 rânduri simple de salcie interpuse între sursă și receptor. Chiar și în condițiile cele mai puțin favorabile (sursa poziționată la 1 m de cultură și receptorul plasat la 2 m de marginea culturii), gradul de atenuare a fost de 15%. Odată cu creșterea nivelului de presiune acustică prin turarea parțială a motorului ferăstrăului (Tabelul 4), gradul de atenuare în condiția cea mai favorabilă de amplasare

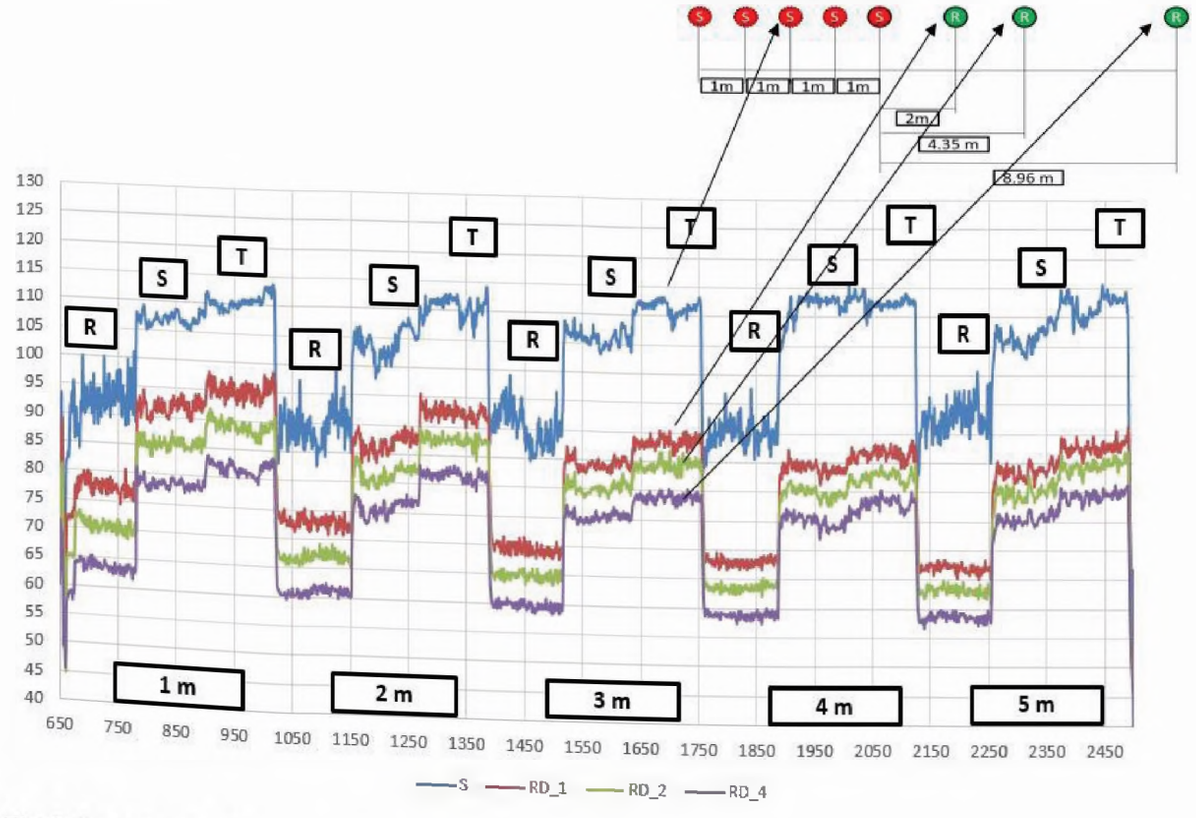


Fig. 7: ***Experimentul realizat cu poziționarea senzorilor receptori în interiorul culturii de salcie. Legendă: R - funcționare în ralanti, S - funcționare în regim semiturat, T - funcționare în regim turat; Linie albastră - semnalul sursei, linie roșie - semnalul receptorului amplasat la 2,00 m de marginea culturii, linie verde - semnalul receptorului amplasat la 4,35 m de marginea culturii, linie mov - semnalul receptorului amplasat la 8,96 m de marginea culturii; Axa x - timpul în secunde și poziția sursei, axa y - nivelul de presiune acustică (dB(A))***

a sursei şi a receptorului a scăzut la 30%. Pentru condiția cea mai nefavorabilă, constând din distanța cea mai scurtă între sursă și receptor, respectiv numărul cel mai mic de rânduri de cultură interpuse între sursă şi receptor, situația a fost similară celei de la regimul de funcționare în ralanti (15%).

Aceeași tendință de scădere a gradului de atenuare pe măsura creșterii nivelului de presiune acustică s-a înregistrat și în cazul regimului de funcționare al motorului complet turat. Se pot observa și unele situații atipice, cum ar fi cele legate de un grad de atenuare mai ridicat pentru condiții mai puțin favorabile comparativ cu cele mai mult favorabile.

Această stare de fapt se poate datora unui control mai puțin eficient al motorului ferăstrăului, variației zgomotului emis ca efect al controlului, precum și întâmplării, dat fiind că datele au fost colectate prin eșantionare.

Chiar și așa, se poate conta, pentru situații similare celor descrise, pe grade de atenuare de 14-15% pentru condițiile cele mai defavorabile din punct de vedere al amplasării sursei și receptorului, respectiv pe grade de atenuare de ordinul a 26-36% pentru condițiile cele mai favorabile din punct de vedere al amplasării sursei și receptorului.

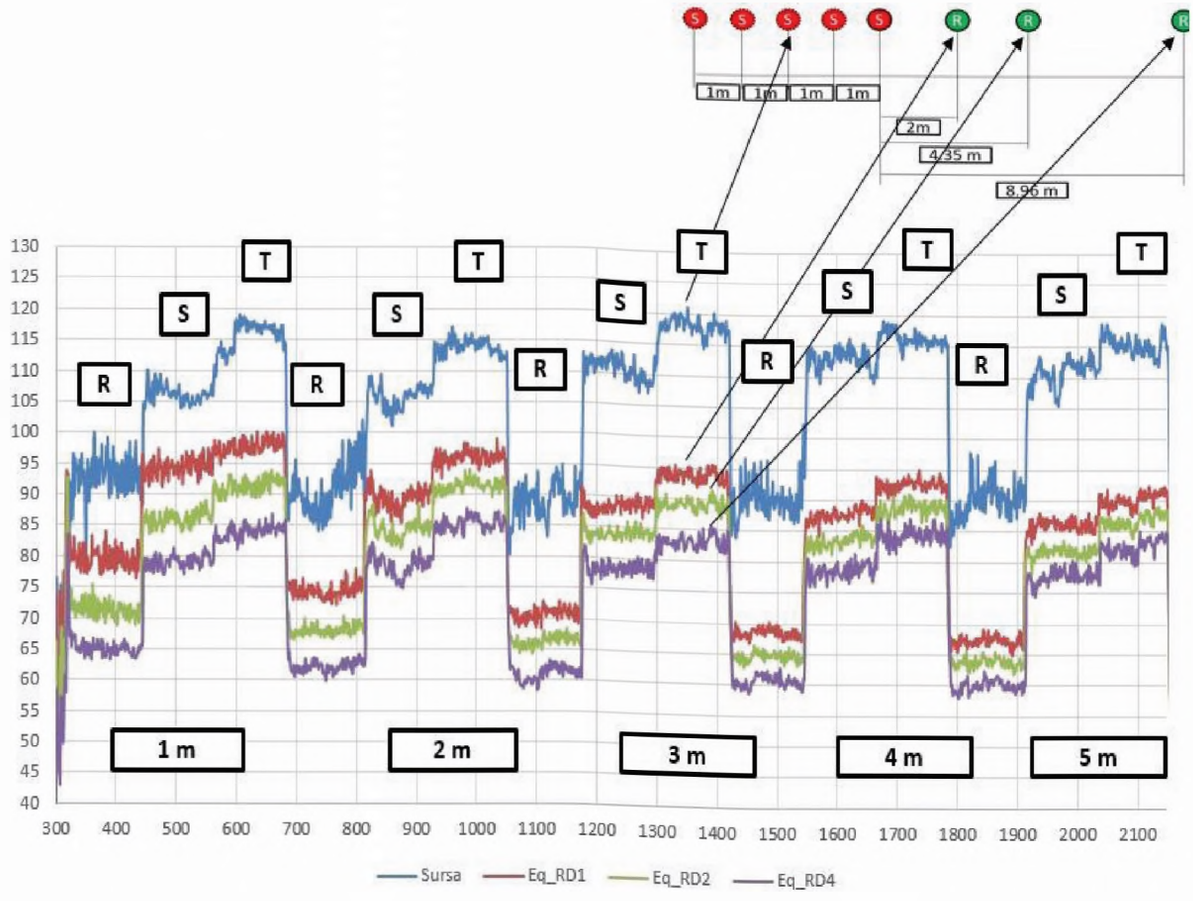


Fig. 8: ***Experimentul realizat cu poziționarea senzorilor receptori în teren liber. Legendă: R - funcționare în ralanti, S - funcționare în regim semiturat, T - funcționare în regim turat; Linie albastră - semnalul sursei, linie roşie - semnalul receptorului amplasat la 2,00 m de sursă, linie verde - semnalul receptorului amplasat la 4,35 m de sursă, linie mov - semnalul receptorului amplasat la 8,96 m de sursă; Axa x - timpul în secunde şi poziția sursei, axa y - nivelul de presiune acustică (dB(A))***

Din acest punct de vedere, implicațiile pentru aplicații practice sunt diverse. Pentru a se asigura multifuncționalitatea culturilor de salcie, sunt necesare anumite lățimi ale culturii pentru ca operațiile de plantare și recoltare să poată fi realizate mecanizat.

Tabelul 3. ***Gradul de atenuare al nivelului de presiune acustică pentru experimentul realizat în interiorul culturii de salcie, la regimul de funcţionare al sursei în ralanti***

Poziția sursei față de marginea culturii de salcie	Parametru statistic	Sursă	Receptor la 2,00 m	Receptor la 4,35 m	Receptor la 8,96 m
	Valoare maximă (dB(A))	99,9	93,4	87,8	78,9
S1	Valoarea minimă (dB(A))	50,5	48,4	45,1	45,7
(1m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	89,52 ± 7,67	76,31 ± 5,62	69,73 ± 5,11	62,77 ± 4,07
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	15%	22%	30%
	Valoare maximă (dB(A))	113,7	98,5	90,7	83,7
S2	Valoarea minimă (dBA)	82,7	70,8	65,4	59,6
(2m)	Media + Abaterea standard (dB(A))	90,57 ± 6,44	74,95 ± 6,21	68,75 ± 5,92	62,61 ± 5,63
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	17%	24%	31%
	Valoare maximă (dB(A))	114,2	92	87,8	82,5
S3	Valoarea minimă (dB(A))	84,6	67,9	63,3	58,4
(3m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	91,30 ± 5,56	70,82 ± 5,12	66,25 ± 5,19	60,99 ± 4,72
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	22%	27%	33%
	Valoare maximă (dB(A))	112,5	89,2	84,5	79,4
S4	Valoarea minimă (dB(A))	83,4	66,7	62,1	57,4
(4m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	90,33 ± 3,77	68,75 ± 3,77	64,35 ± 3,67	59,61 ± 3,48
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	24%	29%	34%
	Valoare maximă (dB(A))	112,5	88	84,7	78,4
S5	Valoarea minimă (dB(A))	81	65,1	61,8	56,7
(5m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	92,66 ± 3,62	67,71 ± 3,30	63,84 ± 3,16	59,15 ± 2,94
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	27%	31%	36%

Tabelul 4. ***Gradul de atenuare al nivelului de presiune acustică pentru experimentul realizat în interiorul culturii de salcie, la regimul de funcţionare al sursei semiturat***

Poziția sursei față de marginea culturii de salcie	Parametru statistic	Sursă	Receptor la 2,00 m	Receptor la 4,35 m	Receptor la 8,96 m
	Valoare maximă (dB(A))	109,2	94,6	87,2	81,00
S1	Valoarea minimă (dB(A))	88,2	75,1	65,5	61,5
(1m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	104,68± 5,25	89,13±5,58	82,91±5,67	76,00±5,64
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	15%	21%	27%
	Valoare maximă (dB(A))	108,5	89,00	84,5	78,2
S2	Valoarea minimă (dB(A))	85,1	70,00	65,4	60,1
(2m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	101,00±5.59	84,26±5,64	79,00±5,64	73,00±5,63
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	19%	22%	28%
	Valoare maximă (dB(A))	109,2	87,00	82,8	78,00
S3	Valoarea minimă (dB(A))	88,00	67,7	63,7	58,4
(3m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	104,24±5,00	82,49±3,4	78,3±5.00	73,3±5,18
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	21%	25%	30%
	Valoare maximă (dB(A))	114,00	87,5	84,00	77,2
S4	Valoarea minimă (dB(A))	86,00	67,00	64,00	58,1
(4m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	108,82±7,6	82,00±5,41	77,79±5,40	72,95±5,42
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	25%	29%	33%
	Valoare maximă (dB(A))	110,1	86,00	82,8	77,7
S5	Valoarea minimă (dB(A))	85,3	65,1	61,00	57,4
(5m)	Media ± Abaterea standard (dB(A))	104,7±5,03	81,58±5,34	78,00±5,41	73,43±5,25
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	22%	26%	30%

Dacă se urmărește utilizarea unor astfel de culturi și pentru a funcționa ca barieră de sunet, atunci desimea exemplarelor plantate pe rând poate să fie mai mare comparativ cu schema tradițională.

Acest lucru este important deoarece densitatea exemplarelor afectează capacitatea barierei de a atenua zgomotul (Van Renterghem, 2014).

Tabelul 5. ***Gradul de atenuare al nivelului de presiune acustică pentru experimentul realizat în interiorul culturii de salcie, la regimul de funcționare al sursei turat***

Poziția sursei față de marginea culturii de salcie	Parametru statistic	Sursă	Receptor la 2,00 m	Receptor la 4,35 m	Receptor la 8,96 m
S1 (1m)	Valoare maximă (dB(A))	113,00	98,2	91,9	83,7
	Valoarea minimă (dB(A))	106,3	91,1	84,00	77,00
	Media ± Abaterea standard (dB(A))	109,81±1,28	94,60±1,59	88,46±1,60	81,11±1,48
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	14%	19%	26%
S2 (2m)	Valoare maximă (dB(A))	112,8	95,6	89,7	83,4
	Valoarea minimă (dB(A))	104,00	86,00	81,4	76,00
	Media ± Abaterea standard (dB(A))	109,00±2,23	91,72±1,89	87,00±2,00	81,00±1,8
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	16%	20%	26%
S3 (3m)	Valoare maximă (dB(A))	113,00	90,00	86,00	80,3
	Valoarea minimă (dB(A))	103,00	83,2	78,00	74,6
	Media ± Abaterea standard (dB(A))	110,00±2,10	87,88±1,53	84,00±1,45	78,45±1,27
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	20%	24%	32%
S4 (4m)	Valoare maximă (dB(A))	115,00	88,5	85,00	80,3
	Valoarea minimă (dB(A))	108,00	83,1	79,00	73,2
	Media ± Abaterea standard (dB(A))	112,4±1,06	86,15±1,4	82,18±1,29	77,45±1,54
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	23%	27%	34%
S5 (5m)	Valoare maximă (dB(A))	115,6	99,00	86,4	81,3
	Valoarea minimă (dB(A))	107,3	83,00	78,00	75,8
	Media ± Abaterea standard (dB(A))	111,89±1,82	87,4±1,25	84,26±1,28	79,22±1,12
	Număr de observații	120	120	120	120
	Reducere procentuală față de sursă	-	22%	25%	29%

În România, plantarea semimecanizată se realizează obișnuit pe 1-2 rânduri duble de cultură, tăierea de lăstărire mecanizată se realizează pe 1 rând dublu de cultură, iar recoltarea se execută diferențiat, mecanizat sau semimecanizat, pe 1 rând dublu de cultură (Talagai şi Borz, 2016; Talagai *et al.*, 2017). Din acest punct de vedere, o lățime corespunzătoare unui singur rând dublu este suficientă pentru a se asigura posibilitatea mecanizării, măcar parțială, a lucrărilor, dar nivelul de atenuare al zgomotului va fi mai redus. La fel, intervențiile ce vizează recoltarea trebuie să fie repetate la perioade de timp scurte pentru a se evita dezvoltarea excesivă a trunchiurilor, pentru a se promova generarea de noi lăstări și pentru asigurarea unui frunziș des.

Prezența unui număr mai mare de rânduri duble de cultură ridică probleme legate de gestionarea spațiului disponibil între calea de comunicație și spațiile construite. Din acest punct de vedere este puțin probabil să existe spații de ordinul a 8-10 m care să fie utilizate în acest scop.

Totuși, o astfel de soluție oferă o protecție acustică mai bună și poate elimina parțial problemele legate de necesitatea recoltării, pentru valorificare și pentru creare de condiții optime de protecție acustică, prin posibilitatea recoltării parțiale a salciei pe anumite rânduri într-un an, urmată de recoltarea altor rânduri în anii următori, asigurându-se astfel continuitatea ecranului protector.

Nu trebuie uitat nici faptul că atenuarea zgomotului este și un efect al depărtării față de sursă, deci sunt de dorit distanțe mai mari față de căile de comunicație.

În cazul experimentului realizat în teren descoperit rezultatele au fost oarecum similare, în sensul că s-au obținut grade de atenuare apropiate, în general mai mici comparativ cu cele obținute la experimentul efectuat în interiorul culturii. Prin urmare, efectul distanței față de sursă poate contribui, alături de ecranul oferit de cultură, la atenuarea zgomotului.

O situație comparativă pentru regimul de funcționare a motorului complet turat este prezentată în Tabelul 6. După cum se observă din analiza datelor specifice celor două experimente, au existat situații în care diferențele dintre gradele de atenuare au fost negative. Acest lucru nu trebuie interpretat neapărat ca o imposibilitate a culturilor de salcie să atenueze zgomotul comparativ cu terenul deschis, ci, mai degrabă, poate fi pus pe seama neuniformității în nivelul de presiune acustică emis de sursă. Din acest punct de vedere, utilizarea unei surse de zgomot care să emită continuu, fără fluctuații, este de dorit în implementarea unor studii similare în viitor, sau, ca alternativă, se pot utiliza mai mulți receptori în același timp, poziționați atât în interiorul culturilor, cât și în teren descoperit, pentru a se surprinde același semnal concomitent pe toți, evitându-se în acest sens apariția de diferențe ca urmare a desfășurării experimentului separat pentru cele două condiții - în plantație și în teren deschis - aspect ce poate conduce la uniformizarea semnalelor receptate.

Tabelul 6. ***Comparație între gradul de atenuare generat de condițiile celor două experimente***

Poziția sursei față de marginea culturii de salcie	Experiment	Receptor la 2,00 m	Receptor la 4,35 m	Receptor la 8,96 m
	Plantație	14%	19%	26%
S1	Teren descoperit	15%	21%	28%
(1m)	Diferențe	-1	-2	-2
	Plantație	16%	20%	26%
S2	Teren descoperit	16%	20%	25%
(2m)	Diferențe	0	0	**1**
	Plantație	20%	24%	32%
S3	Teren descoperit	21%	25%	30%
(3m)	Diferențe	-1	-1	**2**
	Plantație	23%	27%	34%
S4	Teren descoperit	21%	24%	27%
(4m)	Diferențe	**2**	**3**	**7**
	Plantație	22%	25%	29%
S5	Teren descoperit	22%	25%	28%
(5m)	Diferențe	0	0	**1**

Cu toate acestea, se pot obține diferențe semnificative în atenuarea nivelului de presiune acustică ca efect al utilizării unor ecrane de protecție de natură vegetală, după cum este descris de literatura de specialitate și de unele dintre datele prezentate în Tabelul 6.

Legile atenuării nivelului presiunii acustice, ca efect al depărtării de sursă, indică faptul că dublarea distanței față de o sursă punctiformă conduce la o atenuare de circa 6 dB (Dobson și Ryan, 2000). Prin urmare, în cazul unor fâșii înguste de vegetație, efectul atenuator este mai greu de sesizat, după cum este și cazul studiului de față. Cu toate acestea, în studiul de față, efectul combinat al distanței față de sursă și al prezenței vegetației caracteristice culturii de salcie a condus la atenuări semnificative ale nivelului de presiune acustică.

4. Concluzii și recomandări

În urma studiului de față se pot extrage următoarele concluzii:

1. Culturile de salcie pot fi utilizate cu succes ca bariere de sunet în vederea protecției zonelor construite;
2. Ca efect al distanței față de sursă și a prezenței culturii de salcie, se pot obține atenuări ale nivelului de presiune acustică de ordinul a 15-36%;
3. Probabil ca efect al diferențelor în ceea ce privește nivelul presiunii acustice emis de sursă în cele două experimente, diferențele în termeni de atenuare între cele două nu au fost concluzive în toate cazurile.

Principalele recomandări ce se pot formula cu privire la studii viitoare sunt următoarele:

1. Utilizarea unei surse de sunet care să emită continuu (fără intermitențe) poate favoriza obținerea unor rezultate mai concluzive cu privire la eventualele diferențe;
2. Utilizarea unor senzori care să recepționeze semnal concomitent, atât în teren deschis, cât și în culturi de salcie, este în măsură să favorizeze obținerea unor informații mai concluzive, oferind condiții identice de experimentare pentru toți receptorii;
3. Pentru observarea modului de comportare a culturilor de salcie ca bariere de sunet, ar trebui extinse astfel de cercetări în condiții mai diverse, cum ar fi: testarea capacității de atenuare în sezonul de repaus vegetativ, testarea capacității de atenuare ca efect al vârstei și dimensiunilor indivizilor, testarea efectului de atenuare ca efect al strategiei și desimii de plantare.

Mulțumiri

Autorii prezentei lucrări doresc să îi mulțumească domnului Arpad Domokos pentru acceptul de a realiza studiul de față într-una dintre culturile de salcie energetică gestionate de dânsul. Lucrarea de față reprezintă o sinteză a tezei de disertație intitulată *„Testarea capacității culturilor de salcie energetică de a acționa ca bariere de sunet"* elaborată și susținută de domnul ing. Ioan Ilie Afrăsînei în cadrul Departamentului de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov.

Bibliografie

Alexandru, V., 1997: *Ergonomie. Vol. I: Elemente generale de ergonomie.* Editura Lux Libris. Braşov, 316 p.

Dobson, M., Ryan, J., 2000: *Trees and shrubs for noise control.* Arboricultural Practice Notes. AAIS, 7 p.

Halim, H., Abdullah, R., Abdullah, A., Ali, A., Jailani, M., Nor, M., 2015: *Effectiveness of existing noise barriers: comparison between vegetation, concrete hollow block, and panel concrete.* Procedia Environmental Sciences 30: 217-221.

Hammar T., Ericsson N., Sundberg C., Hannson P.A., 2014: *Climate impact of willow grown for energy in Sweden.* Bioenery Research 7: 1529-1540.

Helander, M., 2006: *A guide to human factors and ergonomics.* Second Edition. Taylor & Francis, 400 p.

Kuzovkina, Y.A., Volk, T.A., 2009: *The characterization of willow (Salix L.) varieties for use in ecological engineering applications: Co-ordination of structure, function and autecology.* Ecological Engineering 35: 1178-1189.

Labrecque, M., Teodorescu, T.I., 2005: *Preliminary evaluation of a living willow (Salix SPP.) sound barrier along a highway in Quebec, Canada.* Journal of Arboriculture 31(2): 95-98.

Scriba, C., Borz, S.A., Talagai, N. 2014: *Estimating dry mass and bark proportion in one-year shoots yielded by one-year Salix viminalis L. plantations in Central Romania.* Revista Pădurilor 3-4: 57-66.

Talagai, N., Borz, S.A., 2016: *Concepte de automatizare a activității de colectare a datelor cu aplicabilitate în monitorizarea performanței productive în operații de gestionare a culturilor de salcie de rotație scurtă.* Revista pădurilor, 3-4: 74-89.

Talagai, N., Borz, S.A., Ignea, G., 2017: *Performance of brush cutters in felling operations of willow short rotation coppice.* Bioresources 12(2): 3560-3569.

Van Renterghem, T., 2014: *Guidelines for optimizing road traffic noise shielding by non-deep tree belts.* Ecological Engineering 35: 1178-1189.

Vasilescu, M.M., 2015: *Perdele forestiere de protecție în contextul organizării teritoriului.* Editura Lux Libris, Braşov, 337 p.

*** Ordinul nr. 22/N, 1996. Ministerul lucrărilor publice și amenajării teritoriului.

Ing. Ioan Ilie AFRĂSÎNEI
Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere,
Universitatea *Transilvania* din Brașov,
Șirul Beethoven Nr. 1, 500123, Brașov, România

Drd. ing. Marius CHEȚA
Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov,
Șirul Beethoven Nr. 1, 500123, Brașov, România
e-mail: marius.cheta@unitbv.ro

Drd. ing. Nicolae TALAGAI
Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov,
Șirul Beethoven Nr. 1, 500123, Brașov, România
e-mail: nicolae.talagai@unitbv.ro

Șef lucr. dr. ing. Elena Camelia MUȘAT
Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov,
Șirul Beethoven Nr. 1, 500123, Brașov, România
e-mail: elena.musat@unitbv.ro

Prof. dr. ing. Stelian Alexandru BORZ
Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov,
Șirul Beethoven Nr. 1, 500123, Brașov, România
e-mail: stelian.borz@unitbv.ro

Testing the capacity of willow short rotation crops to act as sound barriers

Abstract.

Willow short rotation crops are traditionally used to procure biomass for energetic use. However, such crops are recognized for other functions that can be sustained, especially those that have a wide applicability in the ecological engineering. This study aimed to test the capacity of a willow short rotation crop to act as a sound barrier by measurements carried out in order to determine the extent to which the sound pressure level insertion loss is affected as a function of distance to a sound source. To this end, the studied factors that may have an effect on the insertion loss were: variable positions of the sound source relative to the edge of willow crop (1, 2, 3, 4 and 5 m), the sound pressure level emitted by the source at three levels of intensity and the receivers' position relative to the edge of willow crop (2.00, 4.35 and 8.96 m respectively). The same experiment was replicated into open field. While no differences could be inferred in what regards the effects of distance to the source, the results indicate a percentual insertion loss in range of 15-36%, depending on specific setups. Implications for practice are those related to the need to find solutions able to balance the production and acoustic protection functions.

Keywords: ***willow, short rotation crop, sound pressure level, distance, insertion loss***

Testarea culturilor de salcie energetică de a acționa ca bariere de sunet

Rezumat.

Culturile de salcie energetică sunt utilizate tradițional pentru producția de biomasă cu utilizare în sectorul energetic. Cu toate acestea, astfel de culturi sunt recunoscute pentru alte funcții pe care

le pot îndeplini, în mod special cele legate de aplicații ale ingineriei ecologice. Studiul de față a avut drept scop testarea capacității unei culturi de salcie de a acționa ca barieră de sunet prin măsurători efectuate în vederea determinării gradului de atenuare a nivelului de presiune acustică în funcție de distanța față de poziția unei surse de zgomot. În acest scop, factorii luați în studiu, cu potențial efect asupra gradului de atenuare al nivelului de presiune acustică au fost: poziții variabile ale sursei față de marginea culturii de salcie (la 1, 2, 3, 4 și 5 m), nivelul de presiune acustică emis de sursă prin varierea acestuia în trei trepte, respectiv poziția senzorilor receptori în interiorul culturii (la 2,00, 4,35 respectiv 8,96 m). Același experiment s-a replicat în condiții de teren deschis. Deși nu s-au putut diferenția clar efectele distanței față de sursă, rezultatele studiului de față indică grade de atenuare a nivelului de presiune acustică ce au variat, în funcție de condițiile concrete, între 15 și 36%. Implicațiile pentru practică sunt cele legate de necesitatea găsirii unor soluții care să echilibreze funcția de producție de biomasă cu cea de protecție acustică, astfel încât astfel de culturi să le poată exercita pe ambele.

Cuvinte cheie: ***salcie, cultură de rotație scurtă, nivel de presiune acustică, distanță, atenuare***

Using motion detection and sound pressure sensors to automate data collection in motor-manual production studies

Marius CHEȚA
Nicolae TALAGAI

1. Introduction

Timber harvesting operations can be implemented using a number of harvesting systems that can be adapted to specific operational conditions with the aim to increase their overall performance (Oprea, 2008). Generally, a timber harvesting system is defined as an integrated set of tools, equipment, machinery and people, that is used to carry on harvesting operations (Borz, 2014). While the mechanization level depends largely on several factors (Vusić *et al.*, 2013), it is known that the productive performance of a timber harvesting system is directly related to the level of mechanization integration (Oprea, 2008), therefore the level of mechanization represents one criterion to categorize the harvesting systems, including their productive performance.

This is often seen in tree felling and processing operations where multifunctional machines such as feller-bunchers and harvesters usually outperform other kind of equipment such as the chainsaws (Apăfăian *et al.*, 2017; Oprea, 2008). Nevertheless, the use of chainsaws in tree felling and processing operations is still widespread in Romania (Sbera, 2007). Judging by the number of studies published on the productive performance of such equipment, the use of motor-manual tree felling and processing is also well-spread across the Europe (Brachetti Montorselli *et al.*, 2010; Gerasimov and Seliverstov, 2010; Zinkevicius *et al.*, 2012; Borz and Ciobanu 2013) and in other parts of the world (Wang *et al.*, 2004; Behjou *et al.*, 2009; Mousavi *et al.*, 2011; Balimunsi *et al.*, 2012; Ghaffariyan *et al.*, 2013; Jourgholami *et al.*, 2013; Nikooy *et al.*, 2013). As a fact, about 55% of the timber harvesting operations around the world are still using chainsaws, while the remaining are using other machines (Ponsse, 2005 - *The cut-to-length harvesting system*, referenced in Adebayo *et al.*, 2007).

The performance of a harvesting system or equipment can be measured in a number of ways. In such attempts, one can use the general performance metrics are specific to systems theory (Wasson, 2005), which is a relatively new discipline. In forestry, however, most often, the productive performance is evaluated by implementing time studies combined with the measurements of production. In their modern use, time studies refer to all the ways in which time consumption is measured and analyzed in different work situations, whether the work is done by people or it is automated (Groover, 2007). This group of methods is derived from the work science and its subdivision consisting of work measurement (Borz, 2014).

Such studies are considered to be crucial tools in the attempt to optimize the timber harvesting systems. They are helping researchers to understand the behavior of equipment relative to the operational conditions (Visser and Spinelli, 2012), and often provide statistics and models that are of scientific and practical help in rate and cost setting as well as in the evaluation of environmental performance of harvesting equipment and systems (Acuna *et al.*, 2012).

The concept and methods of time studying are widely used in forestry (Košir *et al.*, 2015). Traditional approaches consisting of substantial use of manual methods have been very useful in the past and they are considered to be the backbone of forest production studies (Contreras *et al.*, 2017). Nevertheless, they are characterized by a series of limitations such as the generation of biased data due to the effects of the observer, exposure to accidents for those who collect data near dangerous machinery, difficult terrain and rigors of outdoor work (Acuna *et al.*, 2012), less efficient data processing alternatives, intensive use of resources (Borz, 2016) and data accuracy problems (Borz *et al.*, 2014; Muşat *et al.*, 2016). However, such approaches are still used to validate the effectiveness and to compare the results obtained using modern methods, and many researchers believe they will be used in the

future (Košir *et al.*, 2015).

On the other hand, video data recording techniques have the advantage of fully collecting the actual sequence in operations (Borz *et al.*, 2014; Contreras *et al.*, 2017; Muşat *et al.*, 2016, enabling data checking and rechecking when necessary. Video data analysis techniques are supported by dedicated software (Acuna *et al.*, 2011; Alam *et al.*, 2013; Muşat *et al.*, 2016), or by the use of common video playing and editing software (Borz and Adam, 2014; Cheţa *et al.*, 2017). While it is possible to obtain an improved management of time using time studying based industrial software, as this kind of techniques have already been implemented in forestry research (Acuna *et al.*, 2011, Alam *et al.*, 2013), such approaches are still characterized by an intensive office work to extract the elemental time consumption (Borz and Adam, 2014; Muşat *et al.*, 2016).

By comparison, partially or fully automated approaches that use the Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GNSS), GIS (Geographic Information System) and other external sensor systems have shown a promising potential in production, logistics and operations. In particular, they may partially or fully replace the presence of the researchers in the field (Borz, 2016; Contreras *et al.*, 2017) and, in some cases, also have the potential to replace to some extent the human intelligence. This kind of methods and techniques were successfully used to evaluate the productive performance in both, short rotation operations (Bush *et al.*, 2015; Eisenbies *et al.*, 2014; Talagai *et al.*, 2017) where they have a promising potential to monitor also the partially mechanized operations (Talagai and Borz, 2016), and in the traditional forestry (Cheţa and Borz, 2017; Gallo *et al.*, 2013; McDonald and Fulton, 2005; Nitami *et al.*, 2010; Strandgard and Mitchell, 2015). The use of this kind of methods could lead to substantial savings in terms of time, qualified staff and financial capital, while producing results similar to those that can be produced through traditional studies (Borz, 2016). Such approaches could also solve the problem of long-term studies allowing for an increased statistical coverage of the collected data and developed models and statistics (Talagai and Borz, 2016).

To this end, partially or fully mechanized forestry operations are characterized by the use of internal combustion engines. Such engines are characterized by some mechanical parameters that can be monitored externally using various kinds of sensors.

In particular, mechanical chainsaws are characterized by the integration of two-stroke engines that are known to emit significant sound pressure levels and vibrations (Rottensteiner *et al.*, 2012). Such waves can be captured by purposely-designed sensors that are integrated into sound pressure level and vibration data collectors.

The goal of this study was to test the technical capabilities of sensors to accurately collect meaningful data about the elemental time inputs and to separate specific work elements and operational functions specific to motor-manual forestry operations (operations carried on to fell and process trees using chainsaws).

In particular, the objectives of the study were set to: (i) testing the capability of sensors to replace the human effort in data collection activities and to produce results to the same level of accuracy by implementing a comparative study; (ii) testing the capability of sensors to replace the human intelligence in separating certain work elements and operational functions in motor-manual tree felling and processing production studies by analyzing the patterns of sensors' responses.

2. Materials and Methods

2.1. Study location

This study was carried on at the didactic base of the Faculty of Silviculture and Forest Engineering, located in Braşov, Romania, being localized by the set of coordinates 45° 37' 00.89'' N - 25° 37' 20.08'' E. We chose this location due to the possibility to control the experimental conditions during the study, mainly those referring to the positioning of logs to be experimented on.

2.2. Equipment description and experimental layout

For the study we have used a chainsaw manufactured by Husqvarna - model 550 XP. At the time of field experiment the chainsaw had about 86 hours of use. The basic technical characteristics of the chainsaw taken into study are given in Table 1.

Table 1. *Technical characteristics of the used chainsaw*

Technical parameter	Measurement unit	Value
Engine power	kW	2.8
Displacement	cm^3	50.1
Full speed	rpm	10200
Chain speed	$m \times s^{-1}$	19.6
Weight	kg	4.9
Length of the blade	cm	38

An experimented feller was used to carry on cutting tasks specific to tree felling and processing. In practice, the simplest tree felling techniques consist of cutting tasks carried on with a chainsaw in order to make a notch followed by a cut made from the opposite side to trigger the tree felling as a consequence of losing the initial equilibrium of the tree (Oprea, 2008). Notch cutting however, is made using a horizontal and an inclined cut while the opposite cut is done horizontally. Such technical procedures were simulated in this study for notch cutting using vertically positioned logs, as shown in Figure 1. A number of 6 notches were simulated on such logs by carrying on both of the cuts. Tree processing consists of removing the branches and tree bucking (Oprea, 2008), operations that are commonly known as tree processing. Operations that aim to remove the branches are carried out distinctively for resinous and broadleaved species while the bucking operations are similar (Oprea, 2008). In this study we have simulated only the tree bucking operations since we had used logs.

A number of 5 cross-cutting simulations were undertaken on logs positioned horizontally.

The used logs had a mid-diameter of about 44 cm and a length of about 4.5 m. All the logs were of beech (*Fagus sylvatica*) and they were procured from the proximity of the study location.

Fig. 1: ***Log positioning and simulations in the field. Legend: left - simulations on notch cutting on a vertically positioned log, right - simulations of buking on a horizontally positioned log***

2.3. Data collection procedures

To test the possibility of automatically collect the time studying data, we have used in this study three devices. First of all, a video camera (Table 2) was used to continuously monitor all the operations carried out during the experiment. At the same time, two sensors were installed on the chainsaw in locations that avoided the interference with the usual way of carrying out the work. An Extech ® VB300 motion detection and vibration sensor - hereafter *VS* - was placed on the chainsaw using screws (Figure 2). Then, an Extech ® 407760 sound pressure level - hereafter *SS* - was mounted on the emergency brake of the chainsaw using plastic necklaces (Figure 2).

Among the capabilities of such sensors (dataloggers) are those of collecting very accurate data at very short sampling rates. Also, by using the dedicated software, it is possible to export the collected data as MS Excel spreadsheets, where the collected data is automatically paired with the data describing the time references.

Since the internal clocks of both the sensors are synchronized with that of the computer used to setup the sensors, it is easy to pair and synchronize the resulting data from both dataloggers using a computer and a MS Excel application. In this study, both sensors were setup using the dedicated software (Figure 3) to collect data at sampling rates of 1 second. Other settings for the used sensors were the following: *VS* - motion detection recording mode, with setups for manual start and the use of scale g to record the vibration acceleration; *SS* - fast recording mode, with setups for manual start and the use of scale dB(A) to record the sound pressure level.

Following the setups done by the use of a computer, the sensors were started simultaneously to collect the data for the studied operations. This step was done after starting of the video camera.

Fig. 2: ***Sensors placement on the chainsaw. Legend: 1 - sound pressure level sensor, 2 - motion detection (vibration) sensor***

Table 2. ***Technical description of the equipment used to collect the data***

Video camera			Sound pressure level datalogger			Motion detection datalogger		
Collecting video files of the operations during the experiment			Collecting sound pressure level files during the experiment			Collecting vibration files during the experiment		
Parameter	**Meas. unit**	**Value**	**Parameter**	**Meas. unit**	**Value**	**Parameter**	**Meas. unit**	**Value**
Resolution	pixels	1080 × 1920	Range	dB	0-130	Range	g	±18
Memory	Mb	16000	Accuracy	dB	1.4	Accuracy	g	±0.5
Dimensions	mm	142×72.5×8	Response time	ms / s	25/1	Sampling rate	ms-hours	500-24
Weight	grams	145	Weight	grams	0	Weight	grams	20
			Memory	points	29,920	Memory	Mb	4
			Dimensions	mm	130×30×25	Dimensions	mm	5×28×21

2.3. Data processing and analysis

Data collected by all of the used devices was downloaded into a computer. Video data was transferred from the internal memory of the used smartphone using the common downloading procedures and it was stored in a folder.

Data stored in the internal memory of the dataloggers was downloaded through the dedicated software (Figure 3). It was saved as MS Excel spreadhseets and synchronized using the time series contained in both of the collected files, resulting into a single MS Excel file with paired data.

Then the video data was analyzed in slow motion and the time consumption specific to each element (function) was extracted on paper sheets (Figure 4). Each of the analyzed work elements was coded by a text (string), as shown in Table 3. The resulted strings were used to code the data collected by the sensors according to the duration on each element as extracted from the video-collected data. To this end, we used an additional column in the MS Excel spreadsheet in which we entered the codes as they were extracted from the real succesion of events (Figure 5).

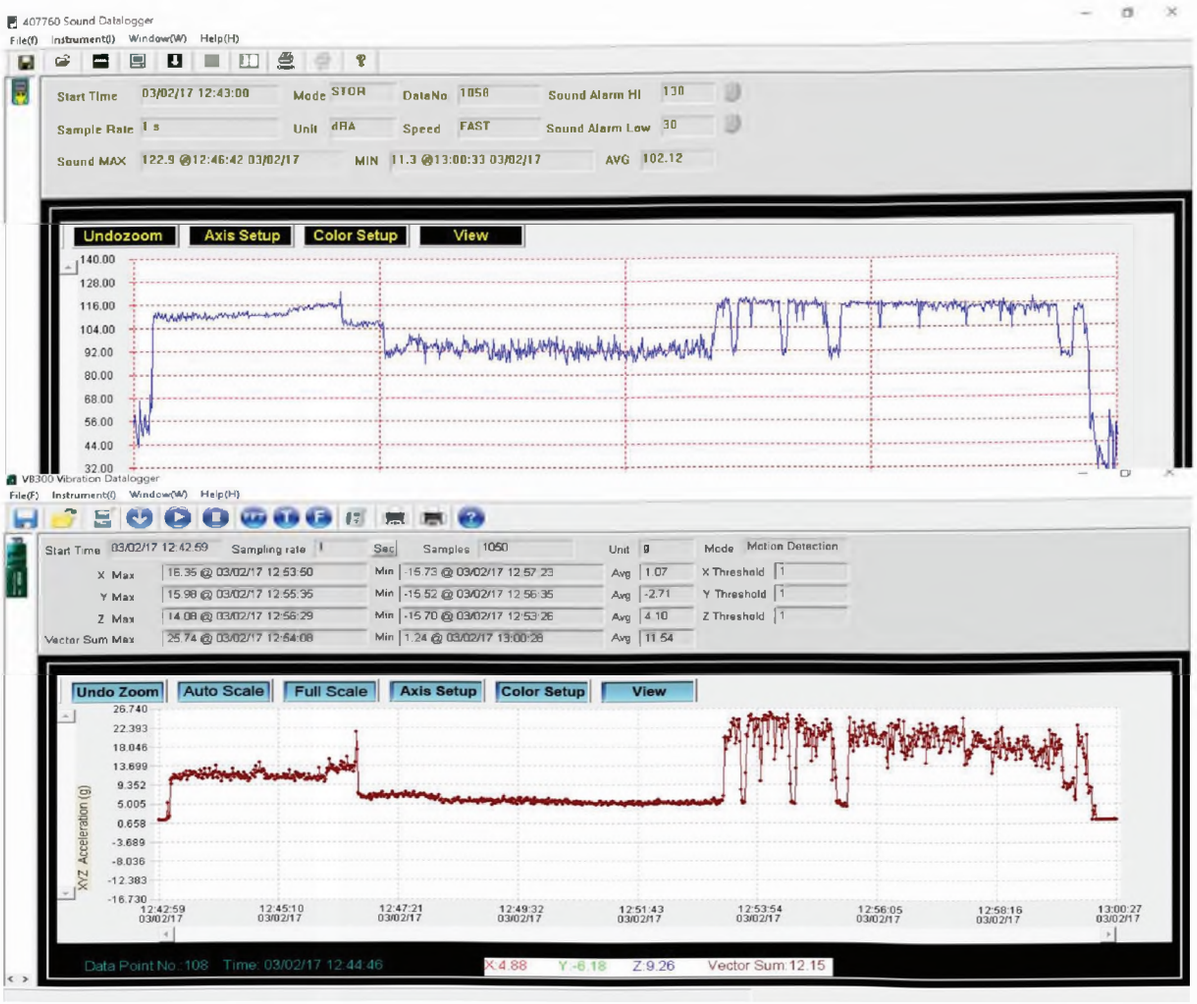


Fig. 3: ***The use of dedicated software. Legend: up - software Extech ® 407760; down - software Extech ® VB 300***

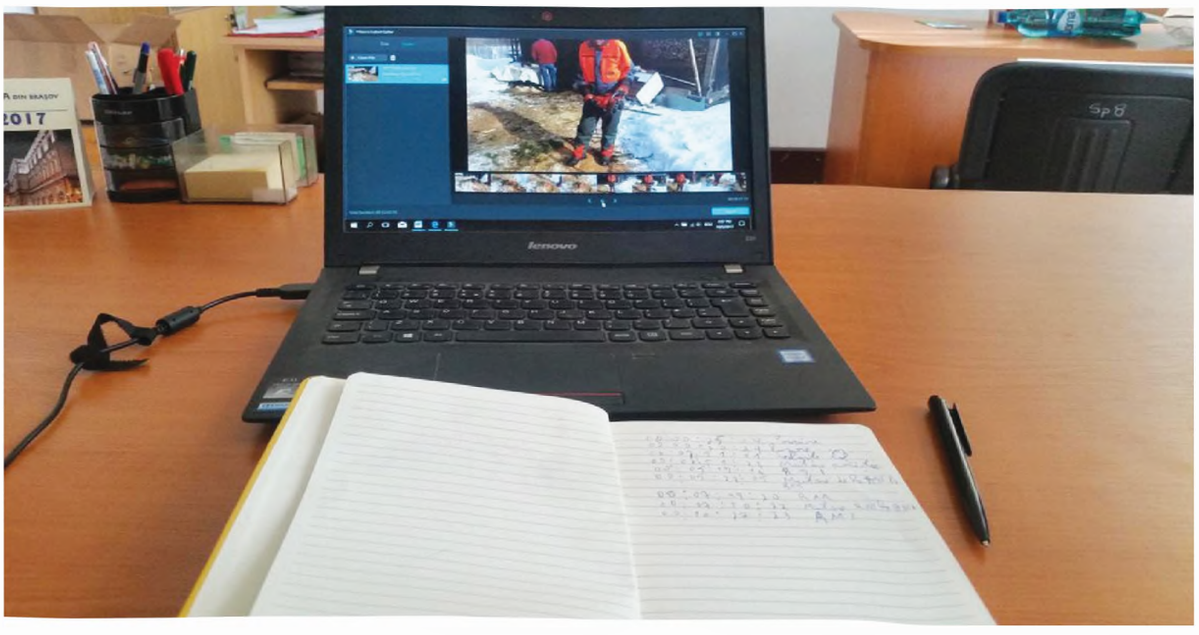
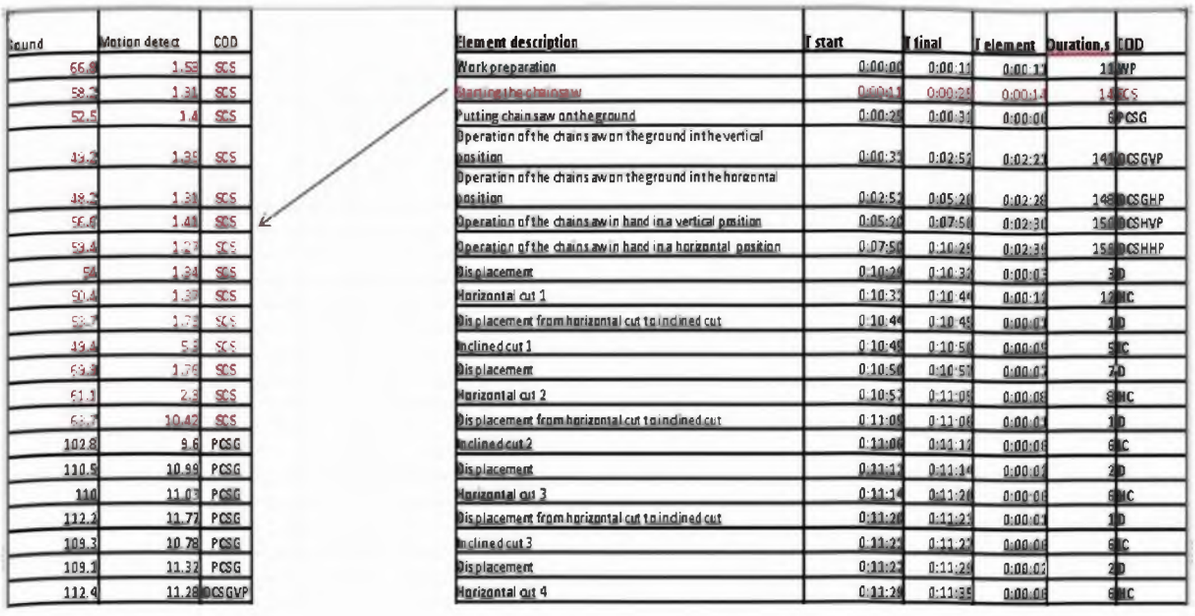


Fig. 4: ***Analysis of video-collected data at the office: coding and extraction of time consumption data***



Sound	Motion detect	COD
66.8	1.55	SCS
58.2	1.34	SCS
52.5	1.4	SCS
43.2	1.35	SCS
48.2	1.39	SCS
56.6	1.48	SCS
53.4	1.23	SCS
54	1.34	SCS
50.4	1.39	SCS
58.7	1.73	SCS
43.4	5.5	SCS
63.8	1.76	SCS
61.1	2.5	SCS
66.7	10.42	SCS
102.8	9.6	PCSG
110.5	10.99	PCSG
110	11.03	PCSG
112.2	11.77	PCSG
109.3	10.78	PCSG
109.1	11.32	PCSG
112.4	11.28	OCSGVP

Element description	T start	T final	T element	Duration,s	COD
Work preparation	0:00:00	0:00:11	0:00:11	11	WP
Starting the chainsaw	0:00:11	0:00:25	0:00:14	14	SCS
Putting chainsaw on the ground	0:00:25	0:00:31	0:00:06	6	PCSG
Operation of the chainsaw on the ground in the vertical position	0:00:31	0:02:57	0:02:27	147	OCSGVP
Operation of the chainsaw on the ground in the horizontal position	0:02:57	0:05:20	0:02:26	146	OCSGHP
Operation of the chainsaw in hand in a vertical position	0:05:20	0:07:50	0:02:30	150	OCSHVP
Operation of the chainsaw in hand in a horizontal position	0:07:50	0:10:29	0:02:39	159	OCSHHP
Displacement	0:10:29	0:10:33	0:00:03	3	D
Horizontal cut 1	0:10:33	0:10:44	0:00:11	11	HC
Displacement from horizontal cut to inclined cut	0:10:44	0:10:45	0:00:01	1	D
Inclined cut 1	0:10:45	0:10:50	0:00:05	5	IC
Displacement	0:10:50	0:10:57	0:00:07	7	D
Horizontal cut 2	0:10:57	0:11:05	0:00:08	8	HC
Displacement from horizontal cut to inclined cut	0:11:05	0:11:06	0:00:01	1	D
Inclined cut 2	0:11:06	0:11:12	0:00:06	6	IC
Displacement	0:11:12	0:11:14	0:00:02	2	D
Horizontal cut 3	0:11:14	0:11:20	0:00:06	6	HC
Displacement from horizontal cut to inclined cut	0:11:20	0:11:21	0:00:01	1	D
Inclined cut 3	0:11:21	0:11:27	0:00:06	6	IC
Displacement	0:11:27	0:11:29	0:00:02	2	D
Horizontal cut 4	0:11:29	0:11:35	0:00:06	6	HC

Fig. 5: ***An example of paired and coded data into the MS Excel database***

Table 3. ***Text strings used to code the event data***

Code (text string)	Event (function)
WP	Work preparation
SCS	Starting the chainsaw
PCSG	Putting chainsaw on the ground
OCSGVP	Operation of the chainsaw on the ground in the vertical position
OCSGHP	Operation of the chainsaw on the ground in the horizontal position
OCSHVP	Operation of the chainsaw in hand in a vertical position
OCSHHP	Operation of the chainsaw in hand in a horizontal position
D	Movements between work elements
HC	Horizontal cut
IC	Inclined cut
VC	Vertical cut

The resulted database was used to analyze the possibility to extract time consumption data at elemental (functional) level. To this end, several analysis procedures were undertaken as follows:

- Sensor and video-collected data were plotted against the time to observe the behaviour of sensors' responses against the field truth;
- Thresholds were analyzed and set in order to separate specific signal behaviours in relation to the observed functions (events);
- Recognition accuracy was analyzed for several types of events in order to conclude what kind of elements could be accurately separated from the data collected by sensors.

At a first glance, some events could be inferred from the data downloaded from the sensors, as shown in Figure 3. Nevertheless, a more detailed analysis, including threshold setting for the signal patterns was necessary to find out if there is possible to extract meaningful data about the experimented conditions.

3. Results and Discussion

3.1. General results

This study was undertaken in the winter of 2017 and lasted for about 17 minutes, consisting of data collection by capturing video files and attaching sensors (data collectors) on the chainsaw to continuously collect data.

An example of event data extraction by threshold setting from both data collectors is shown in Figure 6.

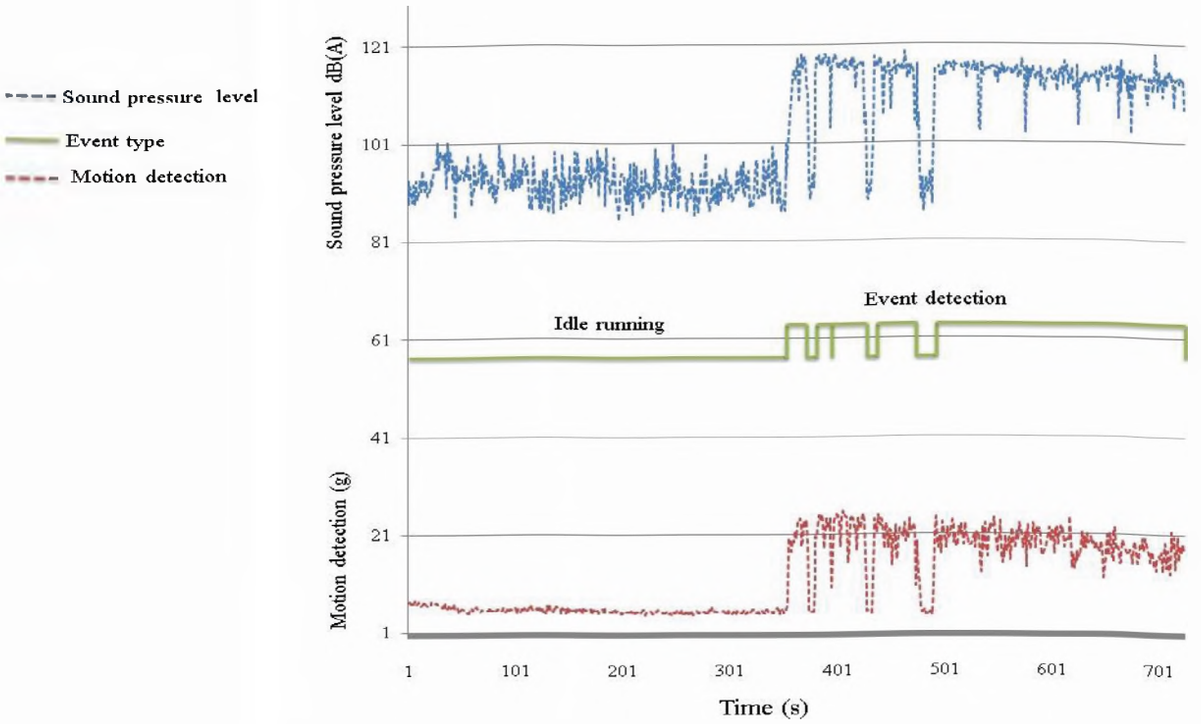


Fig. 6: ***A snapshot illustrating the chainsaw behavior in signals detected by sound pressure level and vibration sensors. Legend: green - event detection by thresholding; dotted blue - sound pressure level (dB (A)); dotted red - motion detection & vibration acceleration (g)***

As shown, there is possible to differentiate between the running and idling time for both of the sensors used. Moreover, there was a good agreement between the signal outputs of the two used dataloggers (sensors).

For science and practice, this behavior has important implications because one can distinguish between the execution of cuts and chainsaw idle running. Probably, coupled with other systems such as GPS, such behaviors would enable the differentiation between tree felling and processing operations.

It is important to mention here that the accuracy of the collected data may be substantially improved by using such sensors instead of traditional, manual approaches. As a fact, we used in this study a sampling rate of one second. Nevertheless, the sampling rate can be manipulated from settings and it can be implemented at half of second (Cheţa *et al.*, 2017). Obviously, this would represent an important step ahead in terms of data accuracy.

3.2. Threshold setting and recognition accuracy

The results of this study indicate that the approach used has great potential in the attempt to monitor the operational behavior of the equipment used in tree felling and processing operations using motor-manual equipment. Nevertheless, specific patterns of some of the carried-on cuts were impossible to accurately separate.

In order to separate the idling and partially or full throttle states which correspond to cutting and non-cutting functions, we used thresholds set at 102 dB(A) for the sound pressure level sensor and at 11 g for the motion detection sensor. These thresholds enabled a recognition accuracy of almost 100% for the two studied events (states), as shown in Table 4. The differences in terms of recognition accuracy for idle and running states of the engine, are probably the effects of switching between the states, that could not be detected by the set thresholds.

The use of these thresholds did not yield accurate results in separating the working elements (horizontal cuts, inclined cuts, vertical cuts), compared to the ground truth extracted from the video files (Table 4).

Nevertheless, such behaviors or events can be inferred when looking to the data plotted against the time.

Table 4. *Text strings used to code the event data extracted from video files*

Function (event)	Time extracted from video files	Time extracted from sensors	Recognition accuracy [%]
Number of executed elements	12	6	-50
Cutting (s)	327	341	+4,28
Idle (s)	665	646	-2,86

The low recognition accuracy of the detailed ground truth may be the effect of the study design, because in this study the cuts were undertaken one after another at very short time intervals. Nevertheless, in the real filed operations, such situations are less likely to occur, because there is always a sufficiently large time lag between them, irrespective of the undertaken motor-manual operations.

The data collection approach used here in can accurately distinguish between the two most important operational regimes related to energy consumption and saving. This could help in the attempt to improve the experimental design that are specific to energy inputs in motor-manual tree felling and processing operations as such studies may help in distinguishing the environmental performance of different options and operational conditions under study (Balimunsi *et al.*, 2012; Ignea *et al.*, 2017).

It is also possible to obtain more accurate results that could be managed in thresholding attempts, by adjusting the sampling rate to lower time intervals, an option that should be further explored.

Also, the approach used in this study may cope with the requirements of collecting long term data to get more accurate results of the developed models and to set cost and production rates.

However, a full automation of data collection and analysis is not yet possible because some „eye observations" and „human intelligence" through supervised threshold training are still needed to be able to strictly separate regimes.

4. Conclusions

This study attempted to test the capabilities of external sensors (data collectors) to recognize various work elements and functions as being specific to motor-manual tree felling and processing operations. The approach used in this study can accurately separate the two most important operational regimes related to energy saving and operational behaviour: iddle versus cutting. At the same time, it is possible to obtain more accurate results by adjusting the sampling rate to a shorter time interval. This approach could save time and other important resources, a fact that could enable data collection on longer time intervals to cope with the requirements of long-term data collection.

Acknowledgements

The authors of this paper would like to thank to the Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements of the Faculty of Silviculture and Forest Engineering, *Transilvania* University of Brșov, for the logistics and support in carrying out this study. This study is a synthesis of a part of the PhD thesis *"Testing of modern data collection technologies with applicability in forest operations time studies"* of Mr. Eng. Marius Cheța, developed in the Interdisciplinary Doctoral School of the *Transilvania* Univeristy of Brașov.

References

Adebayo, A.B., Han, H.-S., Johnson, L., 2007: *Productivity and cost of cut-to-length and whole-tree harvesting in a mixed-conifer stand.* Forest Products Journal 57(6): 59-69.

Acuna, M., Skinnel, J., Evanson, T., Mitchell, R., 2011: *Bunching with a self-levelling feller-buncher on steep terrain for efficient yarder extraction,* Croatian Journal of Forest Engineering 32(2): 521-531.

Acuna, M., Bigot, M., Guerra, S., *et al.* 2012: *Good practice guidelines for biomass production studies.* In: Magagnotti, N. & Spinelli, R. (eds.), CNR IVALSA, Sesto Fiorentino, 51 p

Alam, M., Acuna, M., Brown, M., 2013: *Self-levelling feller-buncher productivity based on Lidarderived slope,* Croatian Journal of Forest Engineering 34(2): 273-281.

Apăfăian, A.I., Proto, A.R., Borz, S.A., 2017: *Performance of a mid-sized harvester-forwarder system in integrated harvesting of sawmill,*

pulp-wood and firewood. Annals of Forest Research 60(2): 227-241.

Balimunsi, H., Grigolato., S., Picchio, R., Nyombi, K., Cavalli, R., 2012: *Productivity and energy balance of forest plantation harvesting in Uganda,* Forestry Studies China 14(4): 276-282.

Behjou, F.K., Majouninan, B., Dvorak J., Namiranian, M., Saeed, A., Feghhi, J., 2009: *Productivity and cost of manual felling with a chainsaw in Caspian forests,* Journal of Forest Science 55 (2): 96-100.

Borz, S.A., Ciobanu, V.D., 2013: *Efficiency of motor-manual felling and horse logging in small-scale firewood production.* African Journal of Agricultural Research 8(24): 3126-3135.

Borz, S.A., 2014: *Assessing the efficiency of equipment and technical systems in forestry operations* [in Romanian]. Lux Libris Publishing House, Braşov, 251 p.

Borz, S.A., Bîrda, M., Ignea, Gh., Popa, B., Câmpu, V.R., Iordache, E., Derczeni, R.A., 2014: *Efficiency of a Woody 60 processor attached to a Mounty 4100 tower yarder when processing coniferous timber from thinning operations.* Annals of Forest Research 57(2): 333-345.

Borz, S.A., Adam, M., 2015. *Analyzing video files in time studies using free or low-cost software: factors that quantitatively influence the data processing time consumption and its prediction* [in Romanian]. Revista Pădurilor. 130(3/4): 60-71.

Borz, S.A., 2016: *Turning a winch skidder into a self-data collection machine using external sensors: a methodological concept,* Bulletin of the *Transilvania* University of Braşov 9(58) 2: 1-6.

Bush, C., Volk, T.A., Eisenbies, M.H., 2015: *Planting rates and delays during the establishment of willow biomass crops.* Biomass and Bioenergy 83: 290-296.

Brachetti Montorselli, N., Lombardini, C., Magagnotti, C., Marchi, E., Neri, F., Picchi, G., Spinelli, R., 2010: *Relating safety, productivity and company type for motor-manual logging operations in the Italian Alps.* Accident Analysis and Prevention 42: 2013-2017.

Cheţa, M., Borz, S.A., 2017: *Automating data extraction from GPS files and sound pressure level sensors with application in cable yarding time and motion studies.* Bulletin of the *Transilvania* University of Braşov 10(59) 1: 1-10.

Cheţa, M., Şerban, D., Ignea, Gh., Derczeni, R.A., Sfeclă, V., Borz, S.A., 2017: *Using sound pressure sensors to monitor the performance of manually operated circular saws: what parameters and to what extent can they be inferred?* Revista Pădurilor 132(1): 15-22.

Contreras, M., Freitas, R., Ribeiro, L., Stringer, J., Clark, C., 2017: *Multi-camera surveillance system for time and motion studies of timber harvesting equipment.* Computers and Electronics in Agriculture 135: 208-215.

Eisenbies, M.H., Volk, T.A., Posselius, J., Foster, C., Shi, S., Karapetyan, S., 2014: *Evaluation of a single-pass cut-and-chip harvest system on commercial-scale, short rotation shrub willow biomass crops.* Bioenergy Research 7(4): 1506-1518.

Gallo, R., Grigolato, S., Cavalli, R., Mazzetto, F., 2013: *GNSS-based operational monitoring devices for forest logging operation chains.* Journal of Agricultural Engineering XLIV: 140-144.

Gerasimov, Y., Seliverstov, A., 2010: *Industrial round-wood losses associated with wood harvesting systems in Russia.* Croatian Journal of Forest Engineering 31(2): 111-126.

Groover, M.P., 2007: *Fundamentals of modern manufacturing.* Materials Processes and Systems. John Wiley & Sons, Inc, 778 p.

Ghaffariyan, M.R., Naghdi, R., Ghajar, I., Nikooy, M., 2013: *Time prediction models and cost evaluation of cut-to-length harvesting method in a mountainous forest.* Small Scale Forestry 12(2): 181-192.

Ignea, G., Ghaffaryian, M.R., Borz, S.A., 2017: *Impact of operational factors on fossil energy inputs in motor-manual tree felling and processing: results of two case studies.* Annals of Forest Research 60(1): 161-172.

Jourgholami, M., Majnounian B., Zargham, N., 2013: *Performance, capability and costs of motor-manual tree felling in Hyrcanian hardwood forest,* Croatian Journal of Forest Engineering 34(2): 283-293.

Košir, B., Magagnotti, N., Spinelli, R., 2015: *The role of work studies in forest engineering: status and perspectives.* International Journal of Forest Engineering 26(3): 160-170.

McDonald, T., Fulton, J., 2005: *Automated time study of skidders using global positioning system data.* Computers and Electronics in Agriculture. 48(1): 19-37.

Mousavi, R., Nikouy, M., Uusitalo, J. 2011: *Time consumption, productivity, and cost analysis of the motor manual felling and processing in the Hyrcanian forest in Iran.* Journal of Forestry Research 22(4): 665-669.

Muşat, E.C., Apăfăian, A.I., Ignea, Gh., Ciobanu,

V.D., Iordache, E., Derczeni, R.A., Spârchez, G., Vasilescu, M.M., Borz, S.A., 2016: *Time expenditure in computer aided time studies implemented for highly mechanized forest equipment.* Annals of Forest Research 59(1): 129-144.

Nitami, T., Soil, S., Kataoka, A., Mitsuyama, T. 2010: *Tower Yarder operation in Japan and the performance analysis by GPS-based system. In: Pushing the boundaries with research and innovation in forest engineering,* FORMEC 2011, Proceedings of the 44th International Symposium on Forestry Mechanization, 9-13 October 2011, Graz, Austria.

Nikooy, M., Naghdi, R., Ershadifar, M., 2013: *Survey of directional felling and analysis of effective factors on felling error (Case study; Iranian Caspian forests).* Caspian Journal of Environmental Science 11(2): 177-184.

Oprea, I., 2008: *Timber harvesting technology* [in Romanian]. *Transilvania* University Press, Braşov, 273 p.

Rottensteiner, C., Tsioras, P., Stampfer, K., 2012: *Wood density impact on hand-arm vibration.* Croatian Journal of Forest Engineering 33(2): 303-312.

Sbera, I., 2007: *Wood resources and market potential* [in Romania]. Meridiane Forestiere 2: 3-7.

Strandgard, M., Mitchell, R., 2015: *Automated time study of forwarders using GPS and a vibration sensor.* Croatian Journal of Forest Engineering. 36(2): 175-184.

Talagai, N., Borz, S.A., 2016: *Concepts for data collection automation with applicability in the operational performance assessment of willow short rotation crops* [in Romanian]. Revista Pădurilor. 131(3/4): 74-90.

Talagai, N., Borz, S.A., Ignea, G., 2017: *Performance of brush cutters in felling operations of willow short rotation coppice.* Bioresources 12(2): 3560-3569.

Visser, R., Spinelli, R., 2012: *Determining the shape of the productivity function for mechanized felling and felling-processing.* Journal of Forest Research 17(5): 397-402.

Vusić, D., Susjnar, M., Marchi, E., Spina, R., Zecic, Z, Picchio, R., 2013: *Skidding operations in thinning and shelterwood cut of mixed stands - Work productivity, energy inputs and emissions,* Ecological Engineering 61: 216-223.

Wasson, C.S., 2005: *System engineering analysis, design, and development: Concepts, principles, and practices.* John Wiley & Sons, Inc, 821 p.

Wang, J., Long, C., McNeel, J., and Baumgras, J. 2004: *Productivity and cost of manual felling and cable skidding in central Appalachian hardwood forests.* Forest Products Journal: 54(12): 45-51.

Zinkevičius, R., Steponavičius, D., Vitunskas, D., Činga, G., 2012: *Comparison of harvester and motor-manual logging in intermediate cuttings of deciduous stands.* Turkish Journal of Agriculture and Forestry 36: 591-600.

Eng. Marius CHEŢA
Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements,
Faculty of Silviculture and Forest Engineering, *Transilvania* University of Braşov,
Şirul Beethoven No. 1, 500123, Braşov, Romania
marius.cheta@unitbv.ro

Eng. Nicolae TALAGAI
Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements,
Faculty of Silviculture and Forest Engineering, *Transilvania* University of Braşov,
Şirul Beethoven No. 1, 500123, Braşov, Romania
nicolae.talagai@unitbv.ro

Using motion detection and sound pressure sensors to automate data collection in motor-manual production studies

Abstract.

Timber harvesting operations are implemented by using a range of timber harvesting systems that are characterized by coupling equipment, people and technical procedures specific to given operational conditions. Such technical systems may integrate different levels of mechanization, a fact

that is also used to categorize them. Evaluation of technical systems performance under technical, economic and environmental points of view may be done using various techniques and methods. Most often, the productive performance of timber harvesting systems and equipment is evaluated using time studies which enable the collection of data required in statistical analysis, rate setting and cost evaluation. On the one hand, traditional manual time studying techniques are characterized by a series of limitations, including here the large amounts of resources to be committed as well as the limited data accuracy. Modern approaches, on the other hand, such as those using sensors in data collection activities, have the capability to collect long-term data as well as a real potential to substantially reduce the needed resources. At the same time, they can replace to some extent the human intelligence required in data collection, processing and analysis, as being specific to this kind of studies. The use of motor-manual tree felling and processing is widely spread both, in Romania as at the international level due to some specific factors and contexts such as the possibility to operate such equipment in wide operational conditions, reduced investment costs caused by equipment purchasing and a relatively easy assimilation of technical procedures. The same characteristics make, for the moment, the use of motor-manual procedures indispensable, a reason for which the science must keep the pace with the technology development to adapt the knowledge related to the productive performance of such equipment. In this study, we tested the capability of sound pressure and motion detection sensors to autonomously collect field data for time studying purposes. To validate the sensors responses, on the duration of field data collection we used video-recording techniques to capture the real sequence of operations when carrying on notch cutting and tree bucking. Video-recorded data was analyzed in detail to extract the time consumption on work elements and to synchronize such data, by coding, with the data collected using sensors. The results of this study are promising, because the used sensors were able to collect data that distinguishes between the idle and partial-full throttle regimes, a fact with a significant importance for science and practice due to the fact that the two studied regimes characterize exactly the needed data in long-term studies - separation of cutting functions from the rest of carried on operations. The very short duration between the successive execution of some more detailed work elements such as the horizontal and inclined cuts to make a notch, did not allowed for an accurate delimitation of such events. Nevertheless, in practice is less likely for such events to be carried out at very short time lags as in the present study, a reason for which future studies could succeed to accurately extract such time elements. Moreover, the use of approaches such as that described herein may lead to gains in terms of data accuracy compared to the traditional techniques and can solve problems related to resource commitment and long-term data collection.

Keywords: ***motor-manual tree felling and processing, sensors, sound pressure level, motion detection, automation, resource saving***

Automatizarea colectării de date în studii de timp pentru operaţii realizate cu ferăstraie mecanice prin utilizarea de senzori

Rezumat.

Recoltarea masei lemnoase se execută prin implemenarea unor sisteme tehnice caracterizate de asocierea unor echipamente, forţă de muncă şi procedee tehnice specifice condiţiilor operaţionale date. Astfel de sisteme tehnice pot să integreze diferite grade de mecanizare, aspect care este utilizat în categorisirea lor. Evaluarea performanţelor sistemelor tehnice sub raport tehnico-economic şi ecologic poate fi realizată prin utilizarea unor varii tehnici şi metode. Cel mai adesea, pentru evaluarea performanţei productive se utilizează studii de timp. Acestea furnizează datele necesare prelucrărilor statistice ce se realizează în scopul elaborării de norme şi normative precum şi pentru evaluarea şi implementarea sistemelor de remunerare a activităţilor. Abordările tradiţionale, manuale, utilizate în studii de timp sunt caracterizate de o serie de limite tehnice, incluzând aici cantităţile mari de resurse necesare unor implementări pe durate lungi precum şi acurateţea limitată a datelor rezultate. Abordările moderne, pe de altă parte, cum ar fi cele ce vizează utilizarea unor senzori în

activitatea de colectare a datelor, au capabilitatea de a colecta date pe termen lung. De asemenea, ele pot contribui la reducerea resurselor utilizate şi pot înlocui, într-o anumită măsură, inteligenţa umană necesară în colectarea, prelucrarea şi analiza datelor specifice acestor studii. Utilizarea ferăstraielor mecanice în operaţii de doborâre şi fasonare a arborilor este larg răspândită atât pe plan naţional cât şi pe plan internaţional, datorită unor factori factori specifici precum posibilitatea utilizării lor în diverse condiţii operaţionale, investiţii reduse şi o asimilare relativ uşoară a tehnicii operaţionale. Aceleaşi caracterisitici întrevăd şi viitorul, în care utilizarea acestor moto-unelte forestiere va fi indispensabilă, motiv pentru care ştiinţa trebuie să ţină pasul cu dezvoltarea tehncii şi tehnologiei, pentru a adapta cunoştinţele privind performanţa productivă a acestor unelte. În studiul de faţă s-a testat capabilitatea senzorilor de presiune acustică şi detectare a mişcării (vibraţie) de a colecta autonom date de teren cu posibilitatea utilizării acestora în studii de timp. Pentru validarea răspunsurilor senzorilor, pe perioada colectării datelor s-a recurs la înregistrarea video a unor experimente de executare a tapelor şi de secţionare a unor buşteni. Datele preluate prin tehnici video au fost analizate în detaliu pentru a se extrage consumul de timp pe elemente de muncă în vederea sincronizării acestor date, prin codificare, cu datele înregistrate de senzorii utilizaţi. Rezultatele studiului de faţă au indicat faptul că senzorii utilizaţi sunt capabili să delimiteze adecvat regimurile de funcţionare în ralanti faţă de cel turat, aspect de o importanţă practică şi ştiinţifică pentru că cele două regimuri caracterizează exact aspectele necesare în studii de amploare - delimtarea funcţiilor de tăiere de restul activităţilor. Durata foarte scurtă între executarea succesivă a unor elemente de muncă mai detaliate, precum realizarea tăieturii orizontale şi a celei înclinate a tapei, nu a permis delimitarea precisă a acestor evenimente. În acest sens, sunt necesare studii care să simuleze condiţiile operaţionale reale pentru a se testa în ce măsură se pot extrage date cu privire la anumite elemente de muncă de interes pentru ştiinţă şi practică.

Cuvinte cheie: ***recoltare cu ferăstraie mecanice, senzori, nivel de presiune acustică, detectarea mişcării, automatizare, economisirea de resurse***

Puncte de vedere

O particularizare a lucrărilor de conservare pentru pădurile cu funcții de conservare a biodiversității

Adrian Ioan TRELLA

1. Introducere

Pădurile, prin caracteristicile pe care le prezintă, îndeplinesc numeroase funcții. Pentru nevoile de gospodărire este necesar ca din multitudinea acestor funcții să se stabilească funcția prioritară, cea care va dicta structura optimă a arboretelor. Între aceste funcții, o recunoaştere tot mai largă o au cele de conservare a biodiversității, astfel că în prezent ele sunt pe prima poziție ca importanță între funcțiile pe care le poate îndeplini pădurea (***, 2000c).

Prin conservarea biodiversității se înțelege fie conservarea ecosistemului forestier ca întreg (cazul pădurilor virgine sau cvasivirgine) fie conservarea unor elemente ale ecosistemului, cum este cazul pădurilor destinate ocrotirii unor specii rare din faună. Aceste păduri au o valoare deosebită, fapt ce a determinat constituirea lor în cadrul funcțiilor de protecție într-o subgrupă distinctă intitulată *„Păduri de interes științific şi de ocrotire a genofondului şi ecofondului forestier".*

Din considerente legate de concepția de gospodărire, dar şi de standardizare a activității silvice, normele tehnice de amenajare a pădurilor definesc un număr de şase tipuri funcționale diferențiate după gradul de permisivitate a lucrărilor silvotehnice care pot fi aplicate în arborete şi după intensitatea acestor lucrări. Aceleaşi norme tehnice reglementează pentru fiecare funcție atribuită pădurii, respectiv fiecărei categorii funcționale, tipul funcțional potrivit din punct de vedere al cerințelor de gospodărire. Într-un tip funcțional sunt grupate categorii funcționale similare din punct de vedere al intensității funcțiilor atribuite. Prin urmare, când unei unități amenajistice i se stabileşte funcția prioritară prin încadrarea într-o categorie funcțională, are loc concomitent şi stabilirea tipului funcțional corespondent.

2. Aprecieri privind reglementările actuale de gospodărire a pădurilor cu funcții de conservare a biodiversității

Pădurile cu rol în conservarea biodiversității îndeplinesc funcții care se regăsesc în primele patru tipuri funcționale. Tipul I funcțional, cel mai restrictiv, le cuprinde pe cele cu funcții de protecție absolută, respectiv pădurile destinate conservării resurselor genetice forestiere precum şi cele constituite în rezervații naturale, științifice şi peisagistice. Din punct de vedere amenajistic, aceste păduri se includ în subunitatea de protecție „SUP E" şi sunt excluse de la reglementarea procesului de producție lemnoasă, recoltarea masei lemnoase fiind admisă doar pe baza unor studii aprobate de forurile în drept. Gospodărirea acestor păduri este axată aproape exclusiv pe monitorizarea stării lor, nefiind prevăzute prin amenajament lucrări de recoltare a masei lemnoase.

Dintre pădurile cu rol în conservarea biodiversității, în tipul II funcțional sunt incluse pădurile propuse ocrotirii provizorii, pădurile de protecție a monumentelor naturii, pădurile constituite în rezervații seminologice, pădurile destinate ocrotirii unor specii rare din faună precum şi parcurile dendrologice şi arboretumurile. Din punct de vedere amenajistic, aceste păduri se încadrează în subunitățile de protecție „SUP M" şi „SUP K". Tipul II funcțional are un caracter intermediar între primul şi celelalte tipuri în sensul că arboretele sunt excluse de la reglementarea procesului de producție lemnoasă - produse principale - dar se pot executa lucrări de îngrijire şi de conservare.

În ceea ce priveşte pădurile cu rol în conservarea biodiversității din tipul III şi IV funcțional, aici sunt incluse pădurile din parcuri naționale, cele din rezervații ale biosferei şi cele din parcuri

naturale neincluse în categoriile funcționale I și II. Aceste arborete nu sunt excluse de la reglementarea procesului de producție lemnoasă - produse principale, ele având și rol de producție în plan secundar.

În activitatea practică de gospodărire a pădurilor, silvicultorii au nevoie de modele adecvate, care să le dea orientarea necesară în aplicarea lucrărilor tehnice. Acestea sunt structuri optime ale arboretelor diferențiate după specificul ecosistemului forestier și funcțiile pe care acesta trebuie să le îndeplinească. Dintre științele silvice, rolul realizării modelelor structural - funcționale îi revine amenajării pădurilor (Leahu, 2001). Preocupările existente de-a lungul timpului au izvorât în principal din provocările date de principiul continuității, respectiv de asigurarea unor recolte de lemn egale și susținute în timp. Modelul pădurii normale cu structură echilibrată pe clase de vârstă care stă la baza metodelor de determinare a posibilității e un exemplu elocvent în acest sens. Aceste model a fost elaborat pentru pădurile cu funcții prioritar de producție în care accentul este pus pe ecosistemul forestier ca ansamblu de arborete. În ceea ce privește însă pădurile cu funcții de protecție accentul trebuie să cadă preponderent pe arboret și prin urmare modelul optim trebuie să corespundă acestui nivel de organizare a ecosistemului forestier.

Încadrarea unui arboret într-o categorie funcțională - care are un tip funcțional corespondent - oferă informații practice cu privire la gradul de permisivitate a lucrărilor silvotehnice care pot fi aplicate și intensitatea acestor lucrări. Acestea sunt suficiente pentru silvicultor în ceea ce privește gospodărirea pădurilor cu funcții de conservare a biodiversității care se încadrează în tipul I funcțional, unde recoltarea masei lemnoase se realizează pe baza unor studii din care trebuie să rezulte condițiile concrete în care se vor realiza lucrările. Modelele de urmat trebuie să se regăsească în rezultatele studiilor în cauză.

Arboretele din tipurile funcționale III și IV sunt cuprinse în subunități de producție în care se reglementează procesul de producție lemnoasă - produse principale. Pentru acestea amenajamentul furnizează modelele prin stabilirea bazelor de amenajare respectiv regimul, compoziția țel, tratamentul, exploatabilitatea și ciclul. Gospodărirea acestora nu ridică probleme deosebite pentru practică, silvicultorul având reperele necesare desfășurării activității. Totuși, trebuie subliniat că, deoarece este urmărită cu prioritate structura de ansamblu a pădurii, reflectată în repartiția pe clase de vârstă, pot apărea situații în care intervențiile să nu fie executate la momentul optim. Este cazul arboretelor în care s-au declanșat tăierile de regenerare dar în care, din considerente de încadrare în posibilitate, nu se reglementează recoltarea volumului la nivelul pe care l-ar impune starea acestora.

Dacă în ceea ce privește concepția de gospodărire a arboretelor cu funcții de conservare din tipurile I, III și IV funcțional lucrurile sunt clare, nu același lucru se poate spune despre arboretele cuprinse în tipul II funcțional. Aici sunt necesare precizări suplimentare atât din punct de vedere amenajistic, cât și din punct de vedere silvicultural.

Astfel, pentru arboretele din tipul II funcțional, amenajamentul se limitează la a stabili un volum de extras prin lucrări de îngrijire și lucrări de conservare, cu observația că primele se aplică în arborete preexploatabile, iar cele din urmă în arborete exploatabile. Volumele de recoltat se stabilesc cu ocazia revizuirii amenajamentului la nivel de unitate amenajistică, în funcție de starea arboretelor și fără a fi condiționate de încadrarea într-o anumită posibilitate prestabilită, cu observația că, atunci când procentul de extras prin lucrări de conservare pe perioada de aplicare a amenajamentului depășește pragul de 10%, e necesară justificarea temeinică a intervenției. Desigur, prin stabilirea volumului de extras doar pe baza stării arboretului în cauză fără a avea exploatabilitatea ca țel de gospodărire și fără a judeca structura de ansamblu, cum este cazul arboretelor cu rol de producție, s-au creat premisele necesare ca lucrările să poată fi executate la momentul oportun. Totuși, amenajamentul nu oferă o informație explicită asupra modelului optim care trebuie urmărit, ci doar reglementează recoltarea masei lemnoase în aceste arborete.

Lucrurile nu sunt clare nici din punct de vedere al lucrărilor silviculturale care trebuie efectuate. Astfel, lucrările de conservare sunt definite în normele tehnice (***, 2000b) ca *„ansamblul de intervenții necesare a se aplica în arborete de vârste înaintate, exceptate (...) de la tăierile de produse principale, în scopul menținerii sau îmbunătățirii lor fitosanitare, asigurării permanenței pădurii și a îmbunătățirii continue a exercitării de*

către arboretele respective a funcțiilor atribuite, prin lucrări de igienă; extragerea arborilor accidentați și a celor de calitate scăzută (...), crearea condițiilor de dezvoltare a semințișurilor existente sau a celor ce se vor instala în diferite puncte de intervenție precum și a grupelor de arbori din interiorul arboretului (...)". Se observă că recomandările prezentate nu dau decât orientarea general valabilă privind lucrările tehnice de trebuie executate în arboretele de vârstă înaintată. În ceea ce privește arboretele mai tinere destinate ocrotirii unor specii rare din fauna cinegetică, precum și în arboretele cu specii forestiere foarte rare (tisă, zâmbru, castan comestibil, alun turcesc, liliac), normele tehnice (***, 2000a) recomandă a se executa numai tăieri de igienă și, la nevoie, lucrări speciale de conservare, fără a spune în mod concret în ce constau aceste lucrări.

Este de menționat și faptul că instrucțiunile în vigoare privind termenele, modalitățile și perioadele de colectare, scoatere și transport al materialului lemnos (***, 2011) nu fac nici o referire la lucrările de conservare, ceea ce lasă loc de interpretări în aplicarea lor practică, inclusiv ca perioadă optimă de execuție.

3. Lucrările de conservare, un concept prea general

Reglementările privitoare la arboretele cuprinse în tipul II funcțional se limitează la stabilirea volumului de extras prin lucrări de conservare fără a face și referiri la tratamentul adecvat. Lipsa tratamentului determină dificultăți în aplicarea practică a lucrărilor de conservare. Trebuie spus că deși există o legătură strânsă între sensul amenajistic și cel silvicultural al termenului „tratament" ele sunt totuși diferite. Astfel, în sens amenajistic, prin tratament se înțelege modul de repartiție al arborilor pe categorii dimensionale și modul de etajare al populațiilor de arbori și arbuști, adică, un model al pădurii. În sens silvicultural, prin tratament se înțelege modul special cum se procedează la exploatarea și totodată la regenerarea unei păduri (Nicolescu, 2014), adică un complex de măsuri tehnice numite tăieri de regenerare. Se înțelege că tipul de tăiere de regenerare aplicat va determina tipul de structură a noului arboret din punct de vedere al modului de repartiție a arborilor pe categorii dimensionale și al modului de etajare al populațiilor de arbori și arbuști. Prin urmare, tratamentul clarifică atât modelul optim al arboretului sub raportul structurii dimensionale, cât și lucrările necesare pentru obținerea acestei structuri, inclusiv perioada optimă de execuție a acestora.

Specificarea tratamentului este cu atât mai justificată cu cât lucrările de conservare se aplică în arborete cu vârstă înaintată în care, mai devreme sau mai târziu, va fi nevoie de trecerea la o nouă generație de arbori pentru asigurarea continuității. Legat de stabilirea celorlalte baze de amenajare, se observă că definind tratamentul se subînțelege și regimul care trebuie aplicat; de asemenea, normele tehnice nu diferențiază compozițiile țel după funcțiile pe care arboretul trebuie să le îndeplinească astfel că, dacă sunt necesare lucrări de împădurire, alegerea speciilor și tehnica instalării culturilor nu ridică probleme deosebite. În ceea ce privește exploatabilitatea și ciclul, definirea lor nu mai are sens, arboretele fiind excluse de la reglementarea procesului de producție lemnoasă - produse principale.

Prin urmare este necesară definirea tratamentului adecvat care să conducă la obținerea structurii dorite și în cazul arboretelor încadrate în tipul II funcțional. Pentru pădurile cu funcții de conservare a biodiversității, cerințele de structură sunt stabilite prin Codul silvic (***, 2008), respectiv:

„a) conservarea peisajului forestier mozaicat prin menținerea luminișurilor, poienilor, terenurilor pentru hrana și liniștea faunei sălbatice și a habitatelor marginale;

b) crearea de arborete cu structuri diversificate, având compoziții conforme tipului natural fundamental de pădure și aplicând tratamente intensive, precum și alte practici silvice favorabile conservării și ameliorării biodiversității și regenerării naturale a arboretelor;

c) conservarea în limitele ecologice necesare a lemnului mort aflat pe sol și pe picior."

Condițiile arătate sunt îndeplinite în pădurile naturale cum sunt cele virgine și cvasivirgine. Dar a conduce prin lucrări tehnice un arboret pentru a obține o structură naturală este un nonsens. Această structură se formează în timp, fără intervenții antropice, prin mecanismele de autoreglare. Prin urmare, lucrările silvotehnice trebuie să urmărească adaptarea structurii pădurii spre o formă cât mai apropiată de cea naturală, nonintervențiile fiind potrivite doar unde s-a realizat această structură.

Lămurirea tuturor aspectelor privitoare la apli-

carea lucrărilor de conservare se impune cu atât mai mult cu cât importanța pădurilor în care se aplică acestea a crescut în mod considerabil după integrarea României în Uniunea Europeană prin includerea acestor păduri în rețeaua ecologică NATURA 2000. Este de menționat că în gestiunea pădurilor amplasate în aceste arii protejate apar pe lângă administratorul fondului forestier și alți factori interesați cum sunt Agențiile de Protecție a Mediului, custozii, ONG-uri de mediu, etc. Din considerente de conservare a biodiversității, în executarea lucrărilor acești factori doresc să impună diferite restricții. Cel mai adesea, precizarea restricțiilor se face de către custode, iar din punct de vedere legal, respectarea lor are un caracter mai imperativ decât însăși necesitatea efectuării lucrării chiar dacă planul de management al ariei protejate nu este aprobat. Prin urmare, se poate afirma fără teama de a greși că în gospodărirea arboretelor cuprinse în arii protejate custodele are competențe mai mari decât administratorul deoarece are puterea de a condiționa modul de execuție a lucrărilor ceea ce poate să nu fie benefic pădurii.

Concret, la Ocolul Silvic Livada, custodele ariei protejate a solicitat aplicarea unui tratament impropriu respectiv codrul grădinărit în păduri de stejar, doleanță plină de bune intenții din punct de vedere al biodiversității, dar care nu poate fi implementată tehnic decât în unele formații forestiere cu temperament de umbră. Într-o altă situație, același custode a cerut ca într-o tăiere de substituire dintr-un arboret de carpen exemplarele sporadice de stejar să nu fie recoltate, adică a solicitat aplicarea unui tratament - tăieri rase cu rezerve - nerecomandat de norma tehnică! Acestea sunt de altfel exemple concrete în care precizarea tratamentului în lucrările de conservare nu doar că orientează activitatea tehnică a silvicultorului, dar împiedică și formularea unor restricții aberante din acest punct de vedere de către alți factori implicați.

Există însă un aspect care a scăpat legiuitorului la stabilirea competențelor administratorului pădurii vizavi de ale custodelui ariei protejate. Ne referim aici la faptul că elementul definitoriu al ecosistemului forestier este etajul arborilor; evident, fără arbori ecosistemul își pierde caracteristicile care îl fac atât de special și atât de complex. Prin urmare, în conservarea biodiversității, accentul trebuie să cadă pe întreg ecosistemul și nu pe o componentă a acestuia. Cum lucrările de conservare urmăresc, cu toate neajunsurile prezentate, asigurarea continuității pădurii, iar restricțiile din arii protejate vizează anumite elemente ale ecosistemului (unele specii rare spre exemplu) rezultă în mod clar că lucrările de conservare trebuie să fie prioritare, iar restricțiile să aibă doar caracter de recomandare și nu limitativ, cum se întâmplă acum. Bineînțeles, administratorului îi rămâne sarcina de a face toate eforturile de aplicare în practică a acestor restricții, fără a afecta însă continuitatea pădurii.

4. Recomandări

Se știe că, în funcție de condițiile în care trăiesc, arborii realizează un port specific sau forestier (Nicolescu, 2011). Portul specific cu trunchiuri neelagate sau foarte puțin elagate și coroane globuloase este realizat de arborii solitari care nu sunt stânjeniți în creștere nici la nivel subteran, nici la nivel suprateran, având în consecință un sistem radicelar dezvoltat. Portul forestier este caracterizat prin trunchiuri drepte, cilindrice, elagate pe porțiuni mari, cu coroane puțin dezvoltate. Acești arbori vegetează în condiții de masiv în care se manifestă permanent concurența intra- și interspecifică pentru resursele ecosistemului. Urmare a acestei concurențe nici sistemul radicelar nu este la fel de dezvoltat comparativ cu cel al arborilor solitari.

În pădurea cultivată, preexistenții și arborii din clasa I Kraft care tind să crească disproporționat față de restul exemplarelor sunt extrași cu prioritate. Acest concept de conducere a arboretelor urmărește obținerea într-un procent cât mai mare de arbori cu port sau formă forestieră, apți pentru utilizări industriale superioare multiple. În pădurea naturală, arborii favorizați din punct de vedere genetic sau care vegetează în condiții microstaționale mai favorabile realizează creșteri superioare și îi elimină pe cei din jur. Acești arbori capătă în timp un port intermediar între cel specific și cel forestier, cu o capacitate sporită de a lupta individual contra factorilor climatici, dar cu o valoare economică mai redusă.

Deoarece adaptările arborilor la forma forestieră sau forma specifică se formează în timp, este greșit a conduce arboretele până la o vârstă înaintată după rigorile pădurii cultivate după care acestea să fie conduse după legile pădurii naturale. Conducerea arboretelor spre o structură

intermediară trebuie urmărită sistematic, în timp, pe parcursul tuturor etapelor de dezvoltare ale pădurii, altfel acestea sunt expuse doborâturilor de vânt şi uscării.

Marea majoritate a lucrărilor silvice urmăresc reglarea spaţiului dintre arbori prin extragerea exemplarelor nedorite. Prin urmare, cheia conducerii arboretelor spre o structură asemănătoare arboretelor naturale o constituie stabilirea arborilor de extras respectând legile de dezvoltare a acestora. Ca măsuri propuse în acest sens menţionăm:

- păstrarea în număr suficient al preexistenţilor;
- păstrarea arborilor din clasa I Kraft din specia principală de bază;
- necompletarea golurilor rămase neregenerate;
- conservarea în limitele ecologice necesare a lemnului mort aflat pe sol şi pe picior.

De asemenea, pentru crearea arboretelor cu structuri diversificate pe verticală se recomandă:

- lucrări de îngrijire pe porţiuni de arboret cu reducerea consistenţei până la 0,7 sau chiar 0,6 pentru favorizarea dezvoltării coronamentului; în acest fel, când consistenţa arboretului se va reduce simţitor, arborii rămaşi vor fi mai bine adaptaţi condiţiilor respective;
- deschiderea de ochiuri de regenerare în arborete începând de la vârste de 50 - 60 de ani când arborii din speciile de valoare încep să fructifice, fără a aştepta ca acestea să ajungă la vârste înaintate. Deoarece în aceste arborete nu se discută despre vârsta exploatabilităţii, nu se pune problema sacrificiilor de exploatare în minus, declanşarea tăierilor de regenerare fiind determinată de considerente strict legate de asigurarea continuităţii pădurii şi realizarea structurii diversificate;
- menţinerea luminişurilor, poienilor, terenurilor pentru hrana şi liniştea faunei sălbatice; în arboretele cu regenerare puternic expansivă acestea se vor crea şi menţine pe cale artificială dacă e nevoie;
- intervenţii cu prioritate în habitatele marginale pentru realizarea structurii dorite.

Cu aceste precizări, lucrările de conservare capătă caracteristicile unui tratament, oferind atât modelul optim (care de altfel este reglementat prin Codul Silvic), cât şi precizările necesare privind lucrările de aplicat. Întregul concept s-ar putea numi tratamentul tăierilor de naturalizare, unde prin naturalizare se înţelege la modul general *„forma de adaptare a organismelor, caracterizată prin faptul că un grup de indivizi devin capabili să trăiască într-un mediu nou"*, iar în contextul lucrărilor silvice termenul sugerează conducerea arboretelor spre starea naturală a pădurii, un mediu nou comparativ cu cel din pădurea cultivată. Acest nou tratament ar putea fi aplicat la nivel de unitate amenajistică pe întreaga suprafaţă sau doar pe anumite porţiuni, corespunzător obiectivelor urmărite, structura arboretelor obţinute fiind mixtă, intermediară între codrul grădinărit şi regulat.

Evident, *„tratamentul tăierilor de naturalizare"* poate fi aplicat în arborete care îndeplinesc cumulativ două condiţii:

- au compoziţia corespunzătoare tipului natural fundamental de pădure;
- regenerarea se realizează în mod obişnuit prin aplicarea tăierilor intensive.

Pentru arboretele unde nu se întrunesc condiţiile prezentate, dar îndeplinesc funcţii care le încadrează în tipul II funcţional e necesară stabilirea unui tratament adecvat, respectiv tăieri rase pe parchete mici (în molidişuri sau arborete necorespunzătoare), crâng simplu (salcâmete), etc., de la caz la caz. Procedându-se astfel se elimină şi confuzia generată de aplicarea lucrărilor de conservare în aceste arborete în care regenerarea pădurii urmează unei tăieri unice. Obiectivele de conservare pot fi urmărite în aceste situaţii prin restricţionarea suprafeţei maxime a parchetelor, reducându-se astfel impactul ecologic al lucrărilor.

Utilizarea denumirii de *„tăieri de naturalizare"* elimină totodată o confuzie dată de utilizarea termenului conservare. Astfel, când se face referire la funcţiile pădurii, prin conservare se înţelege conservarea ecosistemului ca întreg sau anumite componente ale acestuia, cum este şi cazul, spre exemplu, al pădurilor destinate ocrotirii unor specii rare din faună. Când se face referire la lucrarea tehnică de conservare, accentul cade pe asigurarea continuităţii pădurii, adică pe ecosistem ca întreg. De altfel, nu există o corespondenţă biunivocă între funcţii şi lucrări în sensul că există

arborete cu funcții speciale de conservare în care nu se aplică lucrări de conservare (cum sunt rezervațiile naturale), la fel cum există arborete în care se aplică lucrări de conservare fără a avea atribuite funcții de conservare a biodiversității (ex. păduri situate pe terenuri alunecătoare).

Importanța pădurilor cu funcții de conservare a biodiversității a crescut în mod considerabil după integrarea României în Uniunea Europeană, mare parte din acestea fiind incluse în arii protejate. În gospodărirea acestora, pe lângă administratori și autoritatea publică care răspunde de silvicultură există și alți factori interesați cum sunt custozii ariilor protejate, ONG - uri, autoritatea publică care răspunde de mediu etc. Eficiența dialogului cu acești factori este influențată direct de modul în care sunt fundamentate și explicate lucrările silvotehnice aplicate. Din acest motiv, lucrările de conservare trebuie îmbunătățite continuu, o soluție în acest sens fiind *„tratamentul tăierilor de naturalizare"* al cărui concept a fost prezentat anterior.

Bibliografie

Leahu, I., 2001: *Amenajarea pădurilor.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 616 p.

Nicolescu, V.N., 2011: *Silvicultură I. Biologia pădurii (ediția a II-a).* Editura Aldus, Brașov, 193 p.

Nicolescu, V.N., 2014: *Silvicultură II. Silvotehnică.* Editura Aldus, Brașov, 289 p.

***, 2000a: *Norme tehnice privind îngrijirea și conducerea arboretelor* (NT 2/2000) aprobate cu Ordinul ministrului apelor, pădurilor și protecției mediului nr. 1649/31.10.2000, nepublicat în Monitorul Oficial, Editura SC INTER-PRINT SRL, Bacău, 2000, 176 pagini.

***, 2000b: *Norme tehnice privind alegerea și aplicarea tratamentelor* (NT 3/2000) aprobate cu Ordinul ministrului apelor, pădurilor și protecției mediului nr. 1650/31.10.2010, nepublicat în Monitorul Oficial, Editura SC INTER-PRINT SRL, Bacău, 2000, 88 pagini.

***, 2000c: *Norme tehnice pentru amenajarea pădurilor* (NT 5/2000) aprobate cu Ordinul ministrului apelor, pădurilor și protecției mediului nr. 1652/31.10.2000, nepublicat în Monitorul Oficial, Editura SC INTER-PRINT SRL, Bacău, 2000, 170 pagini.

***, 2008: *Legea 46/2008 - Codul Silvic.* Disponibil la www.lege5online.ro, accesat la data de 25.09.2017.

***, 2011: *Ordinul ministrului mediului și pădurilor nr. 1540/2011 pentru aprobarea Instrucțiunilor privind termenele, modalitățile și perioadele de colectare, scoatere și transport al materialului lemnos.* Disponibil la www.lege5online.ro, accesat la data de 20.09.2017

dr. ing. Adrian Ioan TRELLA
Compartiment Fond forestier, Direcția Silvică Satu Mare, Regia Națională a Pădurilor ROMSILVA
Piața Eroii Revoluției Nr. 12, 440055, Satu Mare, România
e-mail: aditrella@yahoo.com

An outline of conservation operations with applicability in forests with biodiversity conservation functions

Abstract.

Biodiversity conservation is one of the most important functions among those that can be assigned to forests. For this reason, a special attention must be given to the management of the forests that fulfill such functions. For organizational reasons, six functional types have been established in the Romanian forest management system, distinguished according to the degree of permissiveness of the silvicultural operations that can be performed. Forests having biodiversity conservation functions fall, according to the specific objective pursued, into one of the first four functional types where the first type is the most restrictive. However, the functional types provide

the necessary guidance for the forest practice to establish, plan and carry out the silvicultural operations, excepting for the functional type II. Here, the technical rules regulate the harvesting of wood by conservation operations, but these are not sufficiently explained. In particular, the appropriate silvicultural system is not specified, as this information provides both the optimal forest model to be pursued and the general way in which the afforestation must be managed to reach that model. Clarifying all the aspects related to the management of forests having conservation functions is even more necessary as other stakeholders are involved in their management such as custodians of protected areas, environmentally oriented NGOs, the national authority responsible for the environment etc. In order to clarify the application technique of these operations, it has been considered that the most suitable structure for achieving the biodiversity conservation function is the one that is specific to the natural forest. The key to manage these forest stands is the decision on the trees to be removed, in agreement with the laws of nature and forestry interests. Definitely, technical work must be carried out systematically throughout all the development stages of the forest. Based on these findings, in the contents of the present study, a series of recommendations are detailed, integrated into a concept called *"naturalization felling silvicultural system"*. It is recommended in stands that have the composition according to the basic natural forest type where the regeneration is usually ensured by using intensive silvicultural interventions. For other situations from practice, it is necessary to properly adapt other particularly needed conservation operations.

Keywords: ***conservation, biodiversity, natural forest, silvicultural system***

O particularizare a lucrărilor de conservare pentru pădurile cu funcţii de conservare a biodiversităţii

Rezumat.

Conservarea biodiversităţii este cea mai importantă dintre funcţiile care pot fi atribuite pădurii. Din acest motiv atenţia ce trebuie acordată gospodăririi pădurilor care îndeplinesc acest rol trebuie să fie una deosebită. Din considerente organizatorice, în sistemul românesc de gospodărire a pădurilor sunt definite şase tipuri funcţionale, diferenţiate după gradul de permisivitate a lucrărilor silvotehnice care pot fi efectuate. Pădurile cu funcţii de conservare a biodiversităţii se încadrează, corespunzător obiectivului concret urmărit, în unul din primele patru tipuri funcţionale, cel mai restrictiv fiind tipul I. Exceptând pădurile din tipul II funcţional, această încadrare oferă silvicultorului orientarea necesară pentru stabilirea, planificarea şi executarea lucrărilor silvotehnice. Pentru arboretele din tipul II funcţional norma tehnică reglementează recoltarea masei lemnoase prin lucrări de conservare fără ca însă ca acestea să fie suficient explicate. Concret, nu este indicat tratamentul silvicultural adecvat, informaţie care oferă atât model optim al pădurii de urmat cât şi modul general în care trebuie condusă regenerarea pentru obţinerea modelului respectiv. Lămurirea tuturor aspectelor privitoare la aplicarea lucrărilor de conservare se impune cu atât mai mult cu cât, în gestiunea pădurilor în care acestea se aplică, apar pe lângă administratorul fondului forestier şi alţi factori interesaţi cum sunt Agenţii de Protecţie a Mediului, custozii ariilor protejate, ONG-uri de mediu etc. Pentru clarificarea tehnicii de aplicare a acestor lucrări s-a avut în vedere că cea mai potrivită structură pentru realizarea funcţiei de conservare a biodiversităţii este cea proprie pădurii naturale. Cheia conducerii arboretelor spre această structură o constituie stabilirea arborilor de extras respectând legile naturii, dar şi interesele silviculturale. Bineînţeles, lucrările tehnice trebuie aplicate sistematic, pe parcursul tuturor etapelor de dezvoltare ale pădurii. Pornind de la aceste constatări în cuprinsul articolului sunt detaliate o serie de recomandări integrate într-un concept denumit *„tratamentul tăierilor de naturalizare"*. Acest

tra-tament este aplicabil în arborete care au compoziția corespunzătoare tipului natural fundamental de pădure, iar regenerarea se realizează în mod obișnuit prin aplicarea tăierilor intensive. Pentru alte situații practice este necesară nuanțarea adecvată a lucrărilor de conservare.

Cuvinte cheie: ***conservare, biodiversitate, păduri, naturale, tratamente silviculturale***

Variația diametrului, a temperaturii și umidității relative a aerului într-o cultură tânără de plop euramerican

Gabriela-Codrina TIȚĂ
Marina Viorela MARCU

1. Introducere

În general, drumurile reprezintă componente critice ale civilizației (Demir, 2007), contribuind la dezvoltarea și menținerea activității economice, care este vitală pentru calitatea vieții moderne. Drumurile forestiere reprezintă o condiție de bază pentru o bună gospodărire a ecosistemelor forestiere, deoarece asigură accesul necesar pentru gestionarea operativă, aprovizionarea cu bunuri și dezvoltarea de servicii.

Rețelele de drumuri forestiere se justifică printr-o serie de avantaje. Ele se adaptează mai bine la teren decât rețelele alcătuite din alte tipuri de căi și instalații de transport și permit o cuprindere mai uniformă a fondului forestier, cu posibilități de a pătrunde mai adânc în interiorul pădurii, chiar și în condiții de relief mai dificile (Popovici *et al.*, 2003). De asemenea, ele contribuie în mod eficient și efectiv la realizarea condițiilor necesare ridicării potențialului productiv, protectiv și recreativ al pădurii și la valorificarea superioară și în condiții de eficiență economică a produselor sale, asigură transportul în condiții de economicitate chiar și a unor cantități mici de material lemnos, permit transportul rapid și comod al muncitorilor forestieri către și de la locul de muncă, facilitează accesul în pădure și spre pășunile alpine și deservesc și alte sectoare economice (Popovici *et al.*, 2003). Un alt avantaj este cel legat de interconectarea pădurii cu centrele administrative, economice și culturale ale țării, prin faptul că rețeaua de drumuri forestiere se racordează la rețeaua publică de transport (Popovici *et al.*, 2003).

Pe de altă parte, drumurile forestiere pot contribui la fragmentarea peisajelor și la reducerea suprafeței habitatelor speciilor care trăiesc numai în păduri (Jung *et al.*, 2013). Poluarea apei și a aerului sunt unele dintre cele mai îngrijorătoare efecte pe care drumurile le generează asupra mediului (Coffin, 2007). Una dintre perturbările ecologice potențiale cauzate de dezvoltarea rețelei de drumuri forestiere se referă la antrenarea de sedimente provenite de pe acestea în fluxurile naturale ale râurilor (Iordache *et al.*, 2012). Alte studii au indicat faptul că drumurile forestiere pot afecta mediul, prin scurgeri de substanțe toxice, poluare, praf sau prin alte efecte asupra plantelor și animalelor generate prin prezența și activitatea umană (Demir, 2007).

Este cunoscut faptul că rețelele de drumuri forestiere generează anumite efecte specifice asupra ecosistemelor forestiere, unul dintre acestea fiind așa-numitul efect de margine. În general, acesta caracterizează variația spațială a unor parametri de interes, raportat la o lizieră creată pe cale naturală sau artificială, în două sensuri: înspre exteriorul și înspre interiorul pădurii. Estimarea parametrilor ce caracterizează efectul de margine generat de drumuri este utilă în înțelegerea schimbărilor induse de rețeaua rutieră asupra ecosistemelor forestiere (Yilmaz *et al.*, 2010).

Lizierele sunt caracterizate de efecte asupra zonelor forestiere sau de altă natură, adiacente, efecte care pot fi exprimate și sub formă de gradienți microclimatici. Drumurile forestiere provoacă schimbări în condițiile microclimatice, în ceea ce privește radiația solară, temperatura, viteza vântului și umiditatea, care se pot extinde și în interiorul pădurii (Narayanaraj și Wimberly, 2012). Conform unui studiu efectuat în 4 zone montane europene, creșterea temperaturilor medii anuale a influențat semnificativ comportamentul temporal și spațial al lizierelor în zonele cu intervenție umană redusă, în sensul deplasării acestora la altitudini mai mari (Dincă *et al.*, 2017).

În tăierile rase, s-a dovedit faptul că factorii microclimatici (temperatura, umiditatea și deficitul de saturație al vaporilor de apă) variază în raport cu distanța de la marginea pădurii în stare de masiv spre interior, cu influența cea mai mare exercitată la mijlocul zilei, în lunile de vară, când radiația solară este cea mai puternică (Baker *et al.*, 2014). Heithecker și Halpern (2007) au studiat variația parametrilor microclimatici (lumina, temperatura aerului, temperatura solului respectiv umiditatea solului) în suprafețe de probă

forestiere de 1 ha, delimitate și păstrate în urma unor tăieri rase, și au ajuns la concluzia că iluminarea naturală și temperatura au fost mai mari la margine, scăzând brusc și manifestând cele mai multe dintre schimbări în primii 20 de metri de la margine spre interior. În studiul lor, temperatura solului s-a dovedit a fi caracterizată prin variație spațială de până la 30 m, iar umiditatea solului nu a prezentat tendințe de localizare spațială.

Într-un alt studiu, s-a constatat că temperatura aerului și a solului a crescut noaptea și a scăzut în timpul zilei de la margine spre interiorul pădurii (Chen *et al.*, 1995).

Pădurile îndeplinesc un rol foarte important în realizarea circuitului apei în natură, ele cedând în atmosferă cantități mari de apă prin procesul de evapotranspirație (Marcu și Marcu, 2012). Herbst *et al.* (2007) au arătat că în pădurile mixte de foioase, lizierele nu au un efect semnificativ asupra evapotranspirației în raport cu ceea ce se întâmplă înspre interior; mai mult, astfel de efecte devin neglijabile pentru suprafețele împădurite mai mari de 100 ha.

Din punct de vedere al vântului, efectul de margine poate fi caracterizat printr-o reducere foarte lentă a vitezei vântului în raport cu distanța de la margine. Dupont *et al.* (2011) au indicat faptul că efectele de margine sunt încă semnificative la distanțe de 9 ori mai mari decât înălțimea medie a coronamentului și au descris o regiune de reglare-anulare a efectului situată la o distanță de 10 până la 15 ori înălțimea medie a coronamentului, în funcție de desimea pădurii. De asemenea, Chen *et al.* (1995) au concluzionat că viteza vântului a scăzut exponențial de la marginea pădurii spre interior și a fost influențată de alte două variabile: viteza vântului din exteriorul pădurii și direcția acestuia. În studiul lor, în condițiile unui vânt slab, efectele de margine s-au extins până la 30 m, cu precizarea că acestea pot ajunge până la 240 m în cazul unor vânturi mai puternice. În interiorul pădurii, viteza vântului depinde în mare parte de structura și tipul de pădure și, într-o mai mică măsură, de viteza vântului în exterior (Chen *et al.*, 1995).

Pe lângă importanța drumurilor în gestionarea pădurilor, un interes deosebit îl prezintă și cunoașterea variației creșterii curente și medii maxime a arboretului (Florescu și Nicolescu, 1996). Dezvoltarea pădurii este un proces deosebit de complex, în care se disting trei etape: a tinereții, a maturității și a bătrâneții, cu mai multe faze (Florescu și Nicolescu, 1996). În general, procesul de creștere variază în raport cu specia (Florescu și Nicolescu, 1996), iar una dintre speciile de interes din punct de vedere al productivității este plopul euramerican, specie repede crescătoare (Șofletea și Curtu, 2008). Culturile de plop euramerican din România sunt localizate predominant în Lunca Dunării, această specie necesitând multă căldură estivală și un sezon lung de vegetație (Șofletea și Curtu, 2008). Ultimul este efectul particularităților reliefului care are o mare influență asupra climei, imprimând, în funcție de altitudine, înclinarea, expoziția versanților și configurația terenului, chiar pe spații restrânse, un regim cu totul deosebit tuturor elementelor meteorologice (Marcu și Marcu, 2012) Prin urmare, relieful poate fi considerat unul din principalii factori climatogeni. Influența reliefului asupra climei este complexă și se exercită permanent, contribuind în cea mai mare măsură la diversificarea proceselor și fenomenelor atmosferice, împreună cu fluxul radiației solare și cu circulația generală a atmosferei, conturând particularitățile climatice ale unui teritoriu (ANM, 2008).

Având în vedere aceste considerente, randamentul culturilor de plop este puternic influențat de condițiile pedohidrice și de însușirile fizice și chimice ale solurilor (Șofletea și Curtu, 2008). O altă caracteristică ecologică definitorie a acestei specii o constituie temperamentul pronunțat de lumină, ceea ce determină reacții de fototropism accentuat și sensibilitate chiar și la umbrirea din lateral; astfel se impune ca schemele de plantare să fie aerisite, cu distanțe mari între exemplare (Șofletea și Curtu, 2008).

Microclimatul este hotărâtor în creșterea și dezvoltarea arboretelor. În mod particular, acesta poate să prezinte variații și legități diferite în cazul culturilor spațiate, comparativ cu arboretele regenerate natural. Variațiile diurne și sezoniere ale temperaturii și umidității, de exemplu în culturi tinere de plop, pot să fie destul de ample. Pe de altă parte, creșterea arborilor și arboretelor prezintă o importanță deosebită în studiul pădurii, precum și în amenajarea și gospodărirea fondului forestier (Florescu și Nicolescu, 1996). Sub aspect microclimatic, studii pe termen lung în culturi tinere de plop euroamerican nu s-au mai realizat.

În acest sens, scopul prezentului studiu a fost acela de a analiza variația diametrului mediu și a factorilor climatici (temperatura și umiditatea

aerului) într-o cultură tânără de plop euramerican [*Populus x euramericana (Dode) Guinier*], în raport cu poziția acesteia față de un drum forestier.

Obiectivele studiului de față au fost: (i) de a testa dacă există gradienți sau diferențe de creștere în diametru ca efect al localizării culturii de plop lângă un drum forestier, (ii) de a compara valorile medii ale temperaturii și umidității aerului înregistrate în cultura luată în studiu cu valorile de referință preluate de la stația meteorologică din zona de studiu și (iii) de a pune în evidență eventualii gradienți microclimatici ca efect al colectării datelor la diferite distanțe față de drumul auto forestier.

2. Materiale și metode

2.1. Localizarea studiului

Studiul de față a fost realizat într-o cultură de plop euramerican localizată în partea de sud-est a României (Figura 1), la periferia municipiului Călărași.

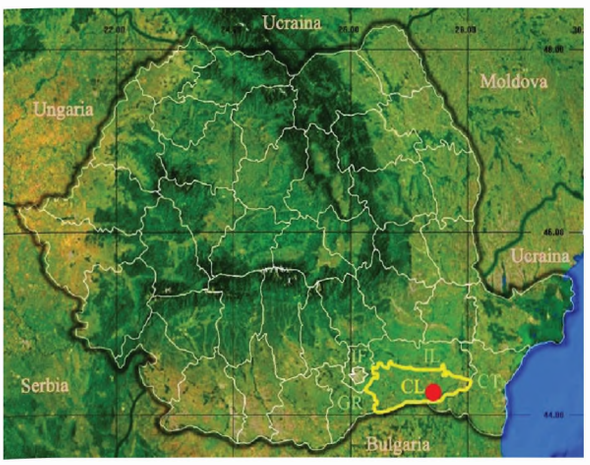


Fig. 1: ***Localizarea studiului la nivel național***

Relieful predominant în zona studiului este cel de câmpie și luncă.

Din punct de vedere climatic, orașul Călărași aparține zonei de climă continentală, mai puțin moderată decât a altor regiuni din România, cu ierni reci și veri călduroase. Temperatura medie anuală este de 11,2 °C (media celei mai calde luni - iulie - oscilează în jurul valorii de 23°C, iar în ianuarie se înregistrează o medie de -2°C).

Minima absolută înregistrată la Călărași datează din 8 ianuarie 1938 când s-au înregistrat -30°C, iar maxima absolută, având valoarea de 41,4 °C, la 10 august 1951 (ANM, 2008).

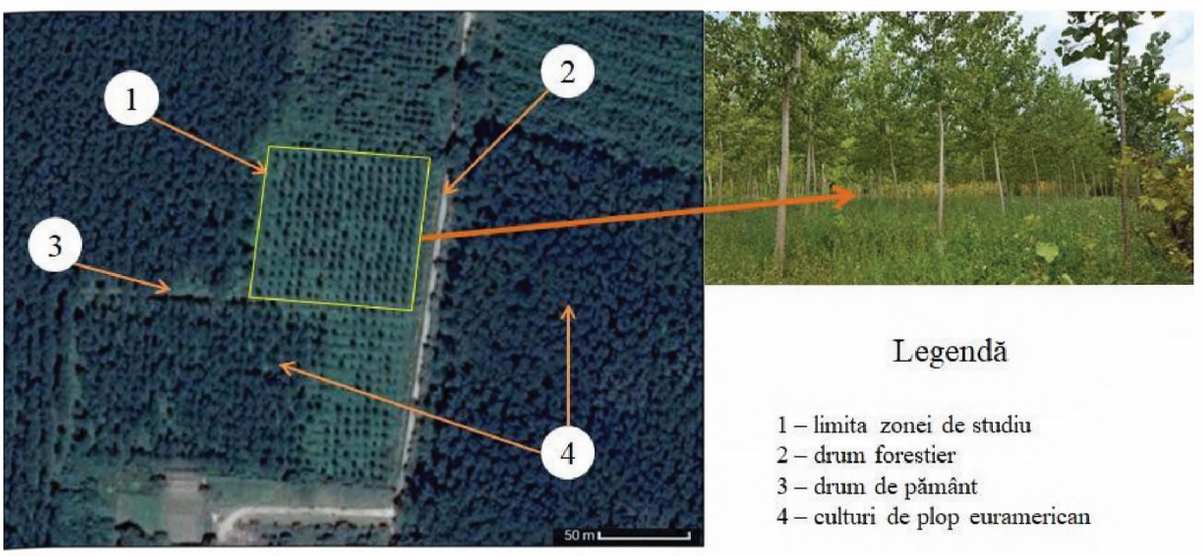


Fig. 2: ***Localizarea studiului în detaliu***

Continentalismul climei din această regiune determină diferențe termice mari între anotimpuri și chiar diferențe în cadrul aceluiași anotimp. În sezonul cald, datorită creșterii valorilor radiației solare și a influenței maselor de aer calde și uscate, devin frecvente zilele de vară (cu temperaturi de peste 25°C), iar persistența maselor de aer tropical determină înregistrarea unui număr însemnat de zile tropicale, ce se caracterizează prin temperaturi de peste 30°C (Dolocan, 2012). Caracterul continental al climei influențează și cantitățile anuale de precipitații. Astfel, cantitatea medie anuală

de precipitații este de 504 mm. Variația valorilor medii lunare ale precipitațiilor atmosferice în cursul anului prezintă un maxim principal în luna iunie (56,4 mm) și două minime: unul accentuat în februarie (31,0 mm) și altul mai mic în septembrie (34,2 mm). Conform Administrației Naționale de Meteorologie (2008), această abatere de la mersul anual, tipic continental, cu un maxim în luna iunie și un minim la sfârșitul iernii, este influențată direct de activitatea ciclonică din Marea Mediterană (maximul secundar, de toamnă). În ceea ce privește frecvența precipitațiilor la Călărași, valoarea multianuală a numărului mediu de zile cu precipitații (cantități zilnice ≥ 0,1mm) este de 90,7. În timpul iernii se formează un strat de zăpadă a cărui grosime depinde de durata și cantitatea de precipitații, de evoluția temperaturii aerului etc. Primele ninsori se produc, în medie, în prima decadă a lunii decembrie (2 decembrie), iar primul strat de zăpadă se instalează începând cu 10 decembrie, stratul de zăpadă având o durată medie de 84 zile. Evapotranspirația este un proces foarte important, care definește pierderea combinată a umidității solului, prin evaporare directă și prin transpirația plantelor. La Călărași, variația evapotranspirației potențiale în cursul anului urmează mersul temperaturii medii lunare a aerului, cu o valoare scăzută în lunile sezonului rece și o valoare maximă în luna iulie (151 mm) (Dolocan, 2012). În ceea ce privește regimul eolian, trebuie amintit faptul că vântul este un fenomen meteorologic vectorial, care variază în timp și spațiu, și care este condiționat de contrastul baric orizontal creat în cadrul circulației generale a atmosferei. La Călărași, direcția dominantă a vântului este din vest, fiind evidențiată legătura dintre direcția dominantă a vântului și orientarea generală a văii fluviului Dunărea. Vitezele cele mai mari ale vântului se înregistrează din direcțiile N, NV și V (3,5, 3,8 respectiv 3,4 $m \times s^{-1}$), iar vânturile locale care își fac simțită prezența în zona Călărași, sunt Crivățul și Bălțărețul (ANM, 2008).

Cultura luată în studiu (Figura 2) avea o vârstă de 2 ani la data efectuării studiului și se întinde pe o suprafață de circa 0,64 ha (75 × 85 m, schema de plantare fiind de 5 × 5 m). Ea este localizată în pădurile administrate de Ocolul Silvic Călărași (44°18'27" N - 27°31'38" E). Înălțimea medie a culturii a fost de aproximativ 5 m, cultura fiind amplasată pe un teren cu aluviosol, acest tip de sol fiind favorabil acestei specii (Șofletea și Curtu, 2008).

2.2. Designul experimental și colectarea datelor

Cultura de plop luată în studiu a fost compusă dintr-un număr de 11 rânduri constituite din câte 17 exemplare pe fiecare rând. Aceste caracteristici, ar fi trebuit, cel puțin teoretic să conducă la o populație de eșantionat totalizând 187 de exemplare. În realitate, caracteristicile dendrometrice ale culturii studiate au fost preluate pentru un număr de 184 de arbori ce au fost identificați în teren cu ocazia studiului (în primăvara anului 2017). Pentru fiecare arbore s-au măsurat diametrele la înălțimea de 1,30 m față de sol (după poziționarea unor marcaje cu cretă forestieră la această înălțime), pe direcțiile cardinale nord-sud și est-vest, direcții ce au corespuns cu cele două laturi ale culturii de plop, utilizând o clupă electronică Haglöf (Suedia). Măsurătorile s-au executat cu o precizie milimetrică, câte două pentru fiecare direcție cardinală luată în studiu.

Mărimea caracteristicilor măsurate a fost notată pe un carnet de teren conceput în acest sens, urmând ca datele obținute să fie centralizate în foi de calcul MS Excel®, în faza de birou a studiului.

În ceea ce privește caracteristicile microclimatice ale culturii, în studiul de față s-au monitorizat, ca parametri climatici, temperatura și umiditatea aerului. În acest sens, s-au utilizat colectori de date echipați cu senzori Extech® RHT 10 (Extech Instruments, FLIR Commercial Systems Inc., Nashua, Statele Unite ale Americii). Aceștia au fost amplasați pe 4 arbori de pe același rând (rândul din mijlocul culturii), la distanțe de 7, 17, 27, respectiv 37 m față de marginea drumului forestier, prin fixare la înălțimea de 2 m de la sol și orientare pe direcția NV, pentru a se evita, pe cât posibil, influența razelor solare (Figura 3). Prin acest mod de amplasare s-a urmărit poziționarea unui colector de date cât mai aproape de drumul forestier, urmând ca restul să fie eșalonați la distanțe care să poată evidenția eventualele diferențe legate de parametrii microclimatici studiați ca efect al distanței (depărtării) față de drumul auto forestier.

Astfel de colectori de date (Tabelul 1) sunt caracterizați de performanțe specifice ce îi fac deosebit de utili pentru aplicații în domeniul forestier. Printre acestea se numără dimensiunile reduse, aspect ce îi recomandă pentru montarea

ușoară pe arbori, inclusiv mascarea acestora, chiar de către arbori, față de radiația solară directă, capabilitatea de a colecta date la rate de eșantionare foarte mici (chiar două secunde), precum și posibilitatea de a colecta concomitent doi parametri: temperatura și umiditatea, parametri ai căror mărimi pot fi vizualizate sub formă grafică sau exportate în alte aplicații pentru prelucrare.

Pentru studiul de față, colectorii de date au fost setați pentru preluarea de înregistrări ale temperaturii și umidității la o rată de eșantionare de 10 minute.

Tabelul 1. ***Caracteristicile tehnice ale colectorilor de date utilizați în studiul de față***

Caracteristica tehnică	Valori și (sau) unități de măsură
Înregistrări disponibile pentru temperatură	16.000
Înregistrări disponibile pentru umiditate	16.000
Domeniu de măsurare pentru temperatură (°C)	- 40°C ...+ 70°C
Domeniu de măsurare pentru umiditate (%)	0% - 100%
Rata de înregistrare	2 secunde - 24 ore
Temperatura de operare (°C)	- 35°C ...+ 80°C

Pentru evitarea pierderii de date și verificarea periodică a stării colectorilor, a fost necesară verificarea periodică a acestora la anumite intervale de timp. Aceste intervale au fost alese la 3 luni, ocazie cu care datele colectate s-au descărcat prin conectarea senzorului la portul USB al unui calculator portabil și utilizarea programului software dedicat colectorului de date.

Datele colectate și utilizate în studiul de față acoperă perioada 18 aprilie - 17 decembrie 2017. Amplasarea dispozitivului experimental, după cum acesta a fost descris anterior, s-a realizat pentru a se putea testa în ce măsură datele colectate de astfel de senzori diferă de datele meteorologice de referință, provenite din sistemul național, precum și pentru a se putea testa în ce măsură datele colectate la anumite intervale de la marginea culturii localizate lângă un drum forestier diferă între ele sub raportul parametrilor climatici colectați.

Pentru verificarea și compararea datelor preluate de către colectorii utilizați în acest studiu, s-au preluat înregistrările privind temperatura și umiditatea aerului de la stația meteorologică din Călărași, pentru același interval de timp. Aceste date au fost descărcate de la www.rp5.ru și prelucrate ulterior în foi de calcul MS Excel®.

2.3. Prelucrarea și analiza statistică a datelor

Datele dendrometrice utilizate în acest studiu au fost diametrele măsurate la înălțimea de 1,30 m de la sol preluate pe fiecare direcție cardinală (D_N, D_S, D_E și D_V, mm). Din aceste perechi de valori s-au calculat în MS Excel® valorile medii pe direcțiile cardinale Nord-Sud și Est-Vest (D_{NS} și D_{EV}, mm). Diametrul mediu la înălțimea pieptului (D_M, mm) a rezultat, pentru fiecare arbore, ca medie între valorile D_N, D_S, D_E și D_V. Aceste diametre medii au fost reprezentate în MS Excel® sub forma unei matrice de date având drept intrări numărul arborelui dintr-un rând dat și numărul unui rând dat.

Aceste date au fost utilizate pentru a caracteriza populația cercetată în ansamblu sub raportul statisticii descriptive. În acest sens, s-au calculat indicatori ai statisticii descriptive precum valoarea minimă, valoarea maximă, media și abaterea standard pentru trei situații experimentale: pe rânduri de cultură orientate perpendicular pe drumul auto forestier, pe rânduri de cultură orientate paralel cu drumul auto forestier și pentru toată populația analizată.

Chiar printr-o analiză sumară a Figurii 2, se poate observa faptul că au existat diferențe dendrometrice ce ar putea caracteriza cel puțin două grupuri (subpopulații) de arbori. Primul rând de cultură orientat paralel cu drumul auto forestier, precum și alte exemplare din interiorul culturii au prezentat diametre mai mici comparativ cu restul exemplarelor. Acest lucru se poate datora unor cauze legate de supraviețuirea unora dintre exemplarele plantate inițial; probabil unele dintre acestea au fost înlocuite ulterior datorită constatării uscării. Prin analiza setului de măsurători colectat din teren s-a ajuns la concluzia că exemplarele subțiri au fost cele caracterizate de diametre medii la înălțimea pieptului mai mici de 5 cm. Prin urmare, populația inițială (184 arbori) s-a stratificat în două subpopulații, din care una a grupat arborii cu diametrul măsurat la înălțimea pieptului mai mare de 5 cm, condiție aplicată pentru toate cele patru măsurători.

Aceste date au fost utilizate în analiza statistică pentru a se testa existența diferențelor între valorile medii specifice unor experimente de testare (α=0,01, $p<0,01$).

Fig. 3: ***Modul de amplasare al colectorilor de date***

În primul rând, s-a testat dacă există diferențe statistice între cele patru valori măsurate pentru fiecare exemplar, apoi s-a testat dacă există diferențe statistice pentru valorile medii măsurate pe direcțiile nord-sud și est-vest. În privința acestor valori s-a testat și dacă există diferențe între setul de măsurători (2 măsurători) realizate pe direcția nord-sud.

La final, s-a testat dacă există diferențe ale diametrului mediu al exemplarelor, relaționate cu poziția față de drumul auto forestier. Pentru aceasta, datele s-au reorganizat prin plasarea diametrelor medii rezultate în urma celor patru măsurători în șiruri de date, caracterizate de poziția exemplarelor (de la P7 la P82, indicând distanța față de marginea drumului auto forestier).

Toate analizele statistice menționate s-au realizat prin implementarea testelor de analiză a varianței, la un prag de încredere stabilit la α=0,01 ($p<0,01$ pentru testarea ipotezei H_0 - există diferențe între valorile medii analizate).

În ceea ce privește valorile parametrilor microclimatici colectați cu ajutorul dispozitivului experimental amplasat, în primă fază, înregistrările au fost vizualizate sub formă grafică (Figura 4), după care acestea au fost exportate în format MS Excel® (funcționalitate asigurată de programul software dedicat) și centralizate sub forma a trei șiruri de date, câte unul pentru temperatură, umiditate, respectiv eticheta temporală asociată primelor două ce conține data, ora, minutul și secunda la care s-a efectuat o anumită înregistrare dintr-un șir dat.

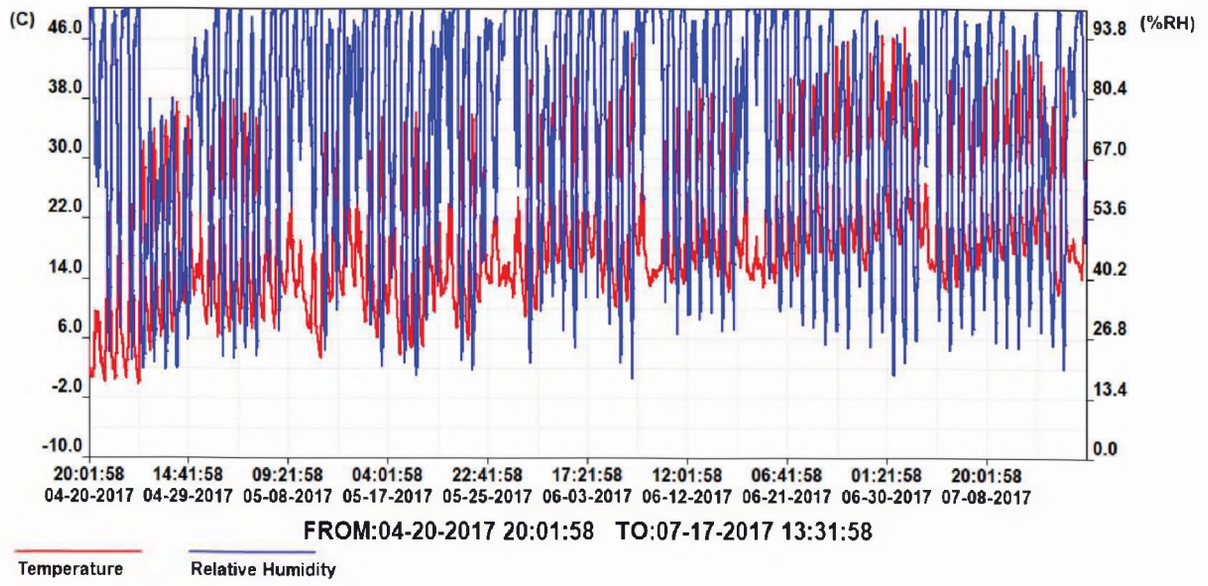


Fig. 4: ***Exemplu de reprezentare grafică a datelor privind temperatura și umiditatea aerului prin utilizarea programului software dedicat colectorilor de date. Legendă: axa verticală - valori pentru temperatură (stânga) și umiditate (dreapta), axa orizontală - ora și data înregistrării, ——— temperatură, ——— umiditate***

Apoi s-au analizat datele descărcate pentru stația meteorologică de referință, care s-au codificat corespunzător pentru a se indica și extrage acele date care au caracterizat valorile diurne și nocturne. Orele specifice de răsărire și apunere a soarelui au fost extrase, pe zile și pe sezoane, pentru terenul studiat, de pe aplicația mobilă LunaSolCal. Datele preluate pentru stația de referință sunt organizate, conform sistemului național, în înregistrări preluate la intervale de o oră. Pentru a se putea asocia datele colectate în teren cu șirurile provenite de la stația de referință, s-a recurs la reorganizarea primelor, prin extragerea acelor valori care au corespuns datei și orei la care au fost disponibile datele de referință. În urma acestor proceduri s-au asociat datele provenite din cele două surse.

În continuare, analiza statistică a constat din stratificarea datelor pentru prelucrare și testarea diferențelor. Din acest punct de vedere, studiul a fost organizat pe perioade mai lungi (anotimpuri) pentru care s-au extras valorile nocturne și diurne. Datele stratificate în acest mod au rezultat ca medii ale tuturor colectorilor de date cu precizarea că au existat perioade pentru care anumiți colectori s-au oprit din înregistrare, respectiv au generat valori aberante datorită unor condiții locale. Prin urmare, pentru calcularea valorilor medii s-au preluat datele doar din acei colectori care au funcționat corect. Aceste date s-au comparat pentru regimurile nocturn și diurn, pe anotimpuri, cu datele de referință. Comparațiile în cauză s-au efectuat între mediile aritmetice pe categorii, urmată de caracterizarea diferențelor pe termen lung dintre medii.

Apoi s-a trecut la compararea datelor între colectorii de date prin implementarea unor teste statistice de analiză a variației. S-au luat în considerare doar acele șiruri de date care au caracterizat colectorii ce au funcționat corect. Prin urmare, comparațiile pentru temperatură și umiditate s-au efectuat pe seturi de șiruri provenite din 3-4 colectori (S_1, S_2, S_3, S_4). Un alt set de comparații a vizat testarea diferențelor între valorile colectate de dispozitivul experimental și cele specifice stației de referință (SM). Și în acest caz s-a implementat o analiză a variației.

În acele cazuri în care s-au identificat diferențe semnificative între valorile medii calculate din datele preluate pe termen lung, s-a recurs la o analiză grafică pentru a se caracteriza variațiile în cauză.

Toate analizele statistice menționate s-au realizat prin luarea în considerare a unui prag de încredere stabilit la α=0,01 ($p<0,01$ pentru verificarea ipotezei H_0 - există diferențe între valorile medii analizate).

3. Rezultate și discuții

3.1. Caracteristicile dendrometrice generale ale culturii de plop

În cultura de plop luată în studiu s-a observat o variație semnificativă a caracteristicilor dimensionale ale arborilor, după cum s-a menționat și în secțiunea de materiale și metode.

Principalii indicatori statistici ce descriu populația de ansamblu luată în studiu în ceea ce privește diametrul la înălțimea pieptului sunt redați în Tabelul 2.

La momentul inventarierii, trei exemplare lipseau de la locul în care acestea ar fi trebuit să existe conform schemei de cultură, iar diametrele unora dintre exemplarele analizate au fost semnificativ mai mici. Diametrele primului rând, paralel cu drumul forestier (Tabelul 2) au fost cele mai mici, indicând, probabil, fie plantarea sau replantarea la o dată ulterioară celei înființării culturii, fie o creștere mai lentă a acestor exemplare. Exemplare caracterizate de diametre mai mici au fost identificate și în interiorul culturii, la diferite distanțe față de drumul auto forestier (Tabelul 2).

Tabelul 2. ***Variația diametrului la înălțimea pieptului pentru exemplarele din cultura analizată***

Rând	Valoarea minimă (cm)	Valoarea maximă (cm)	Valoarea medie ± Abaterea standard (cm)
Rânduri perpendiculare pe drumul forestier			
1	2,33	9,00	5,58±2,52
2	2,53	8,30	5,57±2,12
3	2,68	9,40	6,39±2,35
4	1,73	8,38	5,03±2,31
5	2,65	8,10	5,26±2,25
6	1,48	8,43	4,86±2,48
7	1,70	9,55	5,38±2,65
8	1,80	9,95	6,46±2,72
9	2,50	9,00	6,39±2,61
10	2,40	8,78	6,87±2,06
11	2,20	8,30	6,63±1,65
Rânduri paralele față de drumul forestier			
la 2 m	2,43	3,20	2,70±0,25
la 7 m	6,10	8,05	7,21±0,64
la 12 m	2,50	8,73	6,95±1,70
la 17 m	2,73	9,55	6,87±2,26
la 22 m	1,78	8,45	6,76±1,87
la 27 m	1,70	8,48	6,13±2,48
la 32 m	2,95	9,95	6,90±2,05
la 37 m	2,73	8,78	4,80±2,15
la 42 m	2,00	8,85	5,60±2,76
la 47 m	2,75	9,58	6,20±2,37
la 52 m	2,33	9,15	6,74±2,37
la 57 m	2,60	9,40	6,75±2,77
la 62 m	3,93	8,30	7,01±1,52
la 67 m	2,20	9,00	5,25±2,51
la 72 m	2,78	9,00	5,04±2,23
la 77 m	2,85	8,00	4,68±2,14
la 82 m	1,48	8,10	3,92±2,48
Total cultură	**1.48**	**9.95**	**5.86±2.39**

Conform experienței locale, astfel de culturi de plop întâmpină anumite probleme de creștere sau chiar de reușită a rândurilor localizate lângă masivele bătrâne. Acest lucru se datorează umbririi exercitate de către arboretele mature adiacente, fapt ce conduce frecvent la rămânerea în urmă cu creșterea, uneori dispariția arborilor tineri din aceste rânduri de cultură. Un astfel de comportament este susținut și de către literatura de specialitate (Șofletea și Curtu, 2008).

Din acest punct de vedere, pe direcția est, cultura luată în studiu se învecinează cu un arboret matur de plop constituit din diverse clone (Figura 2). La data efectuării studiului de teren, acesta avea o vârstă egală sau mai mare de 25 de ani și o înălțime considerabilă, aspect care a condus, probabil, la umbrirea primului rând de cultură o bună parte din zi. De asemenea, la vest, cultura studiată se învecinează cu un arboret de plop cu o vârstă de circa 7 ani, care, probabil a umbrit rândurile vestice de cultură, dar într-o proporție mai mică comparativ cu prima situație. Direcția nordică a fost complet degajată, aici existând un arboret de vârstă similară celui luat în studiu, iar partea sudică a fost parțial degajată.

Prin urmare, diametrul mediu la înălțimea pieptului a variat, pentru populația analizată, între 1,48 și 9,95 cm, cu o medie de 5,86±2,39 cm (Tabelul 2). Valorile medii pe rândurile orientate perpendicular pe drumul auto forestier au variat mai puțin, pe când cele ale rândurilor orientate paralel cu drumul auto forestier au variat într-o măsură mai mare (Tabelul 2).

3.2. Testarea diferențelor ca efect al direcției de măsurare a diametrelor, al poziției generale și al poziției față de drum

După stratificarea datelor, analiza variației (ANOVA) a indicat faptul că între diametrele măsurate pe cele patru direcții există diferențe semnificative între cel puțin două medii ale valorilor (Tabelul 3).

Tabelul 3. ***Analiza varianței pentru setul D_N-D_S-D_E-D_V***

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
D_N	116	855,7	7,376724	0,87728
D_S	116	854,7	7,368103	0,881496
D_E	116	906,4	7,813793	0,916852
D_V	116	896,0	7,724138	0,895238

p = 0,000132; α = 0,01; p<0,01
Interpretare: cel puțin una dintre medii este diferită

După cum se observă, valorile medii au fost mai mari pe direcțiile est și vest. Totuși, pentru a se arăta mai particularizat ce anume diferă semnificativ, s-a recurs la analiza variației pe cele două direcții cardinale: nord-sud și est-vest (Tabelul 4), analiză în care s-au luat în considerare valorile medii pentru fiecare arbore, calculate conform precizărilor de la secțiunea materiale și metode.

Tabelul 4. ***Analiza varianței pentru setul D_{EV}-D_{NS}***

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
D_{EV}	116	855,2	7,372414	0,875798
D_{NS}	116	901,2	7,768966	0,895811

p = 0,001523; α = 0,01; p<0,01
Interpretare: mediile celor două grupuri diferă semnificativ

Tabelul 5. ***Analiza varianței pentru setul D_N-D_S***

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
D_N	116	906,4	7,813793	0,916852
D_S	116	896,0	7,724138	0,895238

p = 0,514552; α = 0,01; p>0,01
Interpretare: mediile celor două grupuri nu diferă semnificativ

Mai mult, analiza varianței s-a implementat și pentru a se vedea dacă există diferențe între mediile valorilor colectate prin cele două replicații ale direcției nord-sud (Tabelul 5).

După cum se observă în Tabelul 4, au existat diferențe semnificative între mediile înregistrate pe direcțiile nord-sud și est-vest. Diametrele măsurate au fost, în medie, de circa 7,77 cm pe direcția nord-sud și de circa 7,37 pe direcția est-vest. Mai mult, nu au existat diferențe semnificative între mediile calculate pentru cele două repetiții realizate pe direcția nord-sud (Tabelul 5).

Prin urmare, diferențele înregistrate pe direcția nord-sud comparativ cu direcția est-vest se pot datora altor cauze precum fototropismul accentuat al acestei specii. Din acest punct de vedere, studii de viitor ar trebui să analizeze structura internă a lemnului pentru a valida sau invalida ipoteza unor creșteri diferențiate pe aceste direcții.

Tabelul 6. ***Analiza varianței pentru setul D_N-D_S-D_E-D_V***

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
P_7	11	79,300	7,209091	0,404534
P_{12}	10	73,925	7,392500	0,783618
P_{17}	9	69,50	7,727778	1,851319
P_{22}	10	72,600	7,260000	0,858500
P_{27}	8	60,125	7,515625	0,598203
P_{32}	9	69,650	7,738889	0,859392
P_{37}	4	29,375	7,343750	1,150573
P_{42}	6	47,650	7,941667	0,456917
P_{47}	7	54,750	7,821429	0,710298
P_{52}	9	69,125	7,680556	1,495903
P_{57}	7	59,125	8,446429	0,364881
P_{62}	9	68,900	7,655556	0,301840
P_{67}	5	38,700	7,740000	1,017687
P_{72}	5	35,325	7,065000	2,292688
P_{77}	4	28,425	7,106250	0,455156
P_{82}	3	21,675	7,225000	0,586875

p = 0,475236; α = 0,01; p>0,01
Interpretare: mediile grupurilor analizate nu diferă semnificativ

O problemă specială vizată de acest studiu a fost aceea de a testa dacă există diferențe din punct de vedere al creșterii în diametru ca efect al poziției exemplarelor de plop luate în studiu față de drumul auto forestier.

În condițiile experimentului realizat, distanța față de drumul forestier poate fi caracterizată printr-un regim diferențiat al aportului de lumină în anumite perioade din zi, ca efect al prezenței arboretului matur de plop la limita estică a culturii luate în studiu.

Totuși, umbrirea ca efect al acestei culturi nu se manifestă pe întreaga zi, motiv pentru care eventuale diferențe pot să se datoreze altor factori, inclusiv depărtării față de drumul auto forestier.

Tabelul 6 prezintă rezultatele cu privire la analiza varianței pentru seturile de date stratificate și organizate în raport cu poziția față de drumul auto (media diametrelor celor patru măsurători pentru fiecare arbore).

După cum se observă, rezultatele indică absența unor diferențe semnificative între mediile eșantioanelor în cauză.

Prin urmare, ipoteza conform căreia există diferențe de creștere relaționate cu poziția față de drumul auto forestier, la nivelul preciziei de măsurare, a fost infirmată.

3.3. Caracterizarea de ansamblu a parametrilor meteorologici colectați în raport cu valorile de referință de la stația meteorologică Călărași

Realizarea unor comparații între parametrii meteorologici specifici mediului forestier și cei specifici sistemului național de înregistrare a acestora este importantă pentru a se observa în ce măsură diferă primii de ultimii. Astfel de comparații pot pune în evidență diferențele specifice, față de cifrele oficiale, pentru o anumită zonă, în scopul caracterizării microclimatului forestier din zona respectivă. Mai mult, prin colectarea de date cu privire la parametrii meteorologici în interiorul pădurii, se pot obține informații importante ce caracterizează dinamica creșterii și dezvoltării arboretelor din zona respectivă, prin corelarea caracteristicilor de creștere cu cele de natură climatică.

În Tabelul 7 se prezintă, comparativ, valorile diurne și nocturne la nivel de anotimp (sezon) pentru datele colectate prin procedurile menționate în această lucrare.

Tabelul 7. ***Comparație între valorile medii ale parametrilor meteorologici înregistrați de colectorii de date și valorile de referință specifice stației meteorologice Călărași***

Valori diurne					
Sezonul în care s-au colectat datele	**Număr de observații la rata de o oră**	**Temperatura medie conform colectorilor de date (°C)**	**Temperatura medie a valorilor de referință pentru stația meteorologică Călărași (°C)**	**Umiditatea medie conform colectorilor de date (%)**	**Umiditatea medie a valorilor de referință pentru stația meteorologică Călărași (%)**
Primăvara	640	19,4	17,3	62,8	64,0
Vara	1346	27,4	26,0	60,3	55,3
Toamna	1002	17,1	16,5	64,1	64,5
Iarna	150	7,1	7,1	77,8	78,1
Valori nocturne					
Sezonul în care s-au colectat datele	**Număr de observații la rata de o oră**	**Temperatura medie conform colectorilor de date (°C)**	**Temperatura medie a valorilor de referință pentru stația meteorologică Călărași (°C)**	**Umiditatea medie conform colectorilor de date (%)**	**Umiditatea medie a valorilor de referință pentru stația meteorologică Călărași (%)**
Primăvara	404	10,2	11,6	88,5	81,4
Vara	862	18,2	19,8	83,6	79,3
Toamna	1182	9,6	10,9	81,6	83,2
Iarna	248	3,7	5,4	86,0	84,9

Cu ocazia verificării colectorilor de date și a descărcării datelor din aceștia s-a constatat faptul că au fost situații în care unii dintre colectori au înregistrat doar parțial date, precum și faptul că unul a fost afectat de erori pentru o anumită perioadă.

De asemenea, numărul de observații a variat în raport cu perioada pe care s-au colectat datele, respectiv lungimea zilei și a nopții în zilele în care au fost colectate datele.

Prin urmare, mediile prezentate în Tabelul 7 provin dintr-un număr variabil de colectori de date, dar, de fiecare dată, cel puțin din media a trei colectori.

În ceea ce privește temperatura aerului, diferențele între datele colectate în teren față de datele de referință au fost însemnate în marea majoritate a cazurilor. Astfel, pentru sezonul de primăvară, temperaturile diurne au fost mai mari cu 2,1°C în cazul mediei obținute de la colectorii de date comparativ cu datele de referință. Pentru sezoanele de vară și de toamnă diferențele au fost tot pozitive (1,4 respectiv 0,6°C), indicând manifestarea unor temperaturi mai ridicate compara-

tiv cu cele indicate de stația de referință. În cazul temperaturilor diurne caracteristice sezonului de iarnă nu s-au înregistrat diferențe între valorile medii comparate. Pentru valorile medii nocturne comparate între cele două surse, diferențele au fost întotdeauna negative, valori mai mari fiind cele specifice stației de referință. În special în sezonul de iarnă acestea au fost de 1,7°C.

În cazul umidității aerului, valorile diurne și nocturne au indicat diferențe pentru toate sezoanele. În particular, valorile medii diurne colectate de dispozitivul de senzori au fost aproape întotdeauna mai mici comparativ cu cele indicate de stația de referință, excepție făcând sezonul de vară când valoarea medie colectată în teren a fost cu 5 unități mai mare.

Noaptea, în schimb, a indicat valori mai mari cu 7,1, 4,3 respectiv 1,1 unități pentru sezoanele de primăvară, vară și iarnă, respectiv valori cu 1,6 unități mai mici pentru sezonul de toamnă.

Prin urmare, condițiile locale au fost caracterizate de temperaturi diurne mai mari de primăvara până toamna comparativ cu valorile de referință, respectiv de temperaturi nocturne mai mici comparativ cu valorile de referință. În cazul umidității aerului, valorile analizelor realizate au indicat diferențe pozitive pentru sezonul de vară și regimul diurn, respectiv pentru regimul nocturn și sezoanele de primăvară, vară și iarnă.

Diferențele în cazul temperaturilor au variat între 0 și 2,1 unități, iar în cazul umidității aerului acestea au variat între 0,3 și 7,1 unități.

3.4. Compararea valorilor parametrilor meteorologici colectați cu valorile de referință de la stația meteorologică Călărași

Analiza variației și testarea diferențelor între valorile medii colectate din teren și cele de la stația de referință Călărași se prezintă în Tabelele 8-13. După cum se observă, în marea majoritate a cazurilor, nu s-au înregistrat diferențe semnificative sub raport statistic pe termen lung. Excepție fac rezultatele testelor pentru compararea umidității medii a aerului în două perioade specifice: 23.04.2017 (ora 10:00) - 17.07.2017 (ora 13:00), după cum se prezintă în Tabelul 11 și 17.07.2017 (ora 14:00) - 27.07.2017 (00:00) - Tabelul 13.

Diferențele se datorează, probabil, unor medii mai mici înregistrate la stația de referință pentru acest parametru. Acest lucru se poate observa și în Figura 5 pentru ultima perioadă de timp luată în studiu.

Tabelul 8. ***Analiza variației pentru setul S_1-S_2-S_3-S_4-SM pentru temperatura aerului***

Perioada de referință: 18.04.2017, ora 12:00 - 23.04.2017, ora 09:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_1	117	748,7	6,399145	25,297672
S_2	117	802,2	6,856410	26,706101
S_3	117	773,2	6,608547	24,230961
S_4	117	753,6	6,441026	25,282095
SM	117	745,4	6,370941	10,471390

$p = 0,931360$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Tabelul 9. ***Analiza variației pentru setul S_1-S_2-S_3-S_4-SM pentru umiditatea aerului***

Perioada de referință: 18.04.2017, ora 12:00 - 23.04.2017, ora 09:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_1	117	9484,0	81,05983	374,0636
S_2	117	9307,4	79,55043	399,8432
S_3	117	9256,3	79,11368	383,4424
S_4	117	9339,4	79,82393	421,2160
SM	117	9136,0	78,08547	273,2857

$p = 0,82990$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Tabelul 10. ***Analiza variației pentru setul S_2-S_3-S_4-SM pentru temperatura aerului***

Perioada de referință: 23.04.2017, ora 10:00 - 17.07.2017, ora 13:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_2	2044	42260,6	20,675440	71,755344
S_3	2044	41847,0	20,473092	65,756554
S_4	2044	41768,5	20,434687	67,853897
SM	2044	40702,0	19,912916	40,707958

$p = 0,0145899$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Tabelul 11. ***Analiza variației pentru setul S_2-S_3-S_4-SM pentru umiditatea aerului***

Perioada de referință: 23.04.2017, ora 10:00 - 17.07.2017, ora 13:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_2	2044	150074,8	73,42211	566,2686
S_3	2044	146072,8	71,46419	536,5808
S_4	2044	148902,4	72,84853	588,9299
SM	2044	140190,0	68,58611	449,9520

$p = 0,000000$; $\alpha = 0,01$; $p>0,01$
Interpretare: cel puțin două medii diferă semnificativ

Tabelul 12. ***Analiza varianței pentru setul S_1-S_2-S_3-S_4-SM pentru temperatura aerului***

Perioada de referință: 17.07.2017, ora 14:00 - 27.07.2017, ora 00:00				
Date sintetice				
Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_1	227	5776,8	25,44846	64,93251
S_2	227	5770,4	25,42026	74,65375
S_3	227	5719,0	25,19383	63,85474
S_4	227	5788,7	25,50088	71,82115
SM	227	5698,4	25,10308	31,30614
p = 0,9782; α = 0,01; p<0,01				
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate				

Tabelul 13. ***Analiza varianței pentru setul S_1-S_2-S_3-S_4-SM pentru umiditatea aerului***

Perioada de referință: 17.07.2017, ora 14:00 - 27.07.2017, ora 00:00				
Date sintetice				
Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_1	227	14269,5	62,86123	367,8821
S_2	227	15491,4	68,24405	555,3248
S_3	227	15247,9	67,17137	536,9841
S_4	227	15292,3	67,36696	531,0834
SM	227	13115,0	57,77533	466,4493
p = 0,00000; α = 0,01; p>0,01				
Interpretare: cel puțin două medii diferă semnificativ				

După cum se observă, valorile umidității relative a aerului la stația meteorologică de referință au fost aproape sistematic mai mici în cazul variațiilor diurne.

În cazul valorilor minime înregistrate atât de colectorii de date, cât și de stația de referință, umiditatea relativă a aerului la stația meteorologică de referință (SM) a fost mai mare decât valorile înregistrate de colectorii de date. Cu toate acestea, diferențele în acest caz au fost mult mai mici decât în cazul maximelor.

Curbele prezentate în Figura 5 indică și o dinamică diferită a umidității relative a aerului în pădure comparativ cu cea înregistrată în condiții controlate la stația meteorologică. Astfel, în cazul ultimei se observă mai multe maxime într-o aceeași zi, aspect ce a fost captat numai parțial și de către colectorii de date.

Prin urmare, în condițiile forestiere pot să apară diferențe semnificative de alură a umidității relative a aerului comparativ cu datele din sistemul național. Acestea sunt deosebit de importante în caracterizarea microclimatului forestier, inclusiv a regimului evaporării apei din sol. În acest sens, ar trebui realizate studii care să coreleze anumite fenomene specifice pădurii cu dinamica umidității aerului preluată de astfel de colectori de date.

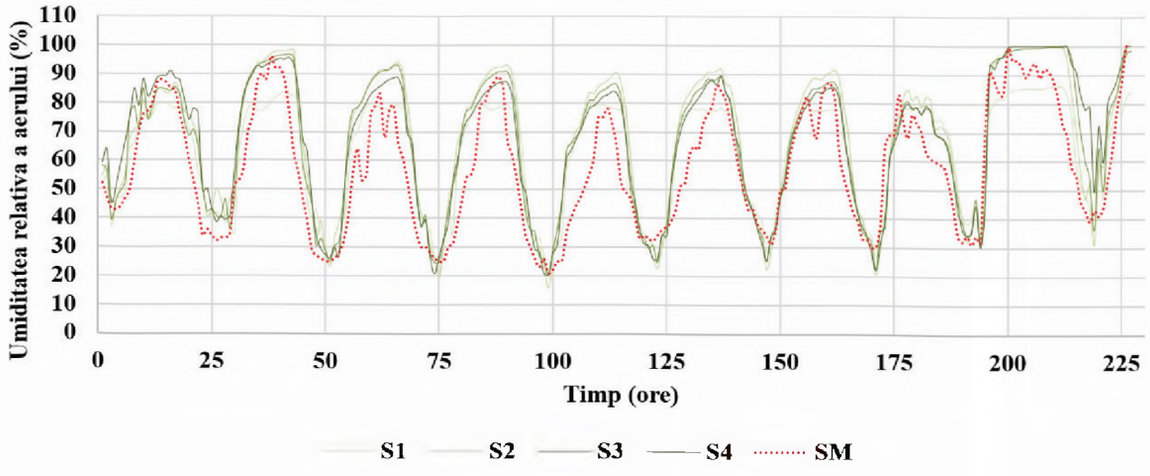


Fig. 5: ***Variația umidității relative a aerului în perioada 17.07.2017 (14:00) - 27.07.2017 (00:00)***

3.5. Testarea diferențelor între colectorii de date

Eventuale diferențe cu privire la temperatura și umiditatea relativă a aerului pot să pună în evidență așa-numitul efect de margine. Cu toate acestea, ultimul a fost studiat doar pentru arborete mature. În mod particular, colectorii de date localizați pe drumuri sau în preajma acestora au indicat faptul că există diferențe semnificative între ceea ce captează ei și ce se petrece în interiorul pădurii. Totuși, pădurea cultivată parcurge mai multe etape ale existenței sale, iar cunoașterea microclimatului specific este importantă. Acest lucru este cu atât mai important cu cât pentru culturile tinere de plop nu există date

care să caracterizeze astfel de probleme. De asemenea, astfel de culturi diferă de arboretele obișnuite care sunt regenerate pe cale naturală datorită faptului că exemplarele existente sunt mult mai spațiate pentru generarea unor condiții adecvate de regenerare.

Analiza variației valorilor medii înregistrate de către cei patru colectori de date (S_1 - colector amplasat la 7 m de drum, S_2 - colector amplasat la 17 m de drum, S_3 - colector amplasat la 27 m de drum și S_4 - colector amplasat la 37 m de drum) pe termen lung, caracterizat de mai mult de 2500 de ore de înregistrare și pentru diferite perioade (Tabelele 14-19) au indicat faptul că nu există diferențe semnificative între valorile medii înregistrate.

Acest lucru se poate constata prin analiza valorilor medii prezentate în Tabelele 14-19. Totuși, anumite variații se pot constata dacă se consultă date colectate pe termen scurt. Astfel de diferențe au fost puse în evidență și de alte studii în cazul arboretelor mature, după cum s-a precizat în secțiunea introductivă a acestei lucrări.

Tabelul 14. ***Analiza variației pentru setul S_1-S_2-S_3-S_4 pentru temperatura aerului***

Perioada de referință:
18.04.2017, ora 12:00 - 23.04.2017, ora 09:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_1	117	748,7	6,399145	25,297672
S_2	117	802,2	6,856410	26,706101
S_3	117	773,2	6,608547	24,230961
S_4	117	753,6	6,441026	25,282095

$p = 0,8973911$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Tabelul 15. ***Analiza variației pentru setul S_1-S_2-S_3-S_4 pentru umiditatea aerului***

Perioada de referință:
18.04.2017, ora 12:00 - 23.04.2017, ora 09:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_1	117	9484,0	81,05983	374,0636
S_2	117	9307,4	79,55043	399,8432
S_3	117	9256,3	79,11368	383,4424
S_4	117	9339,4	79,82393	421,2160

$p = 0,8918$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Tabelul 16. ***Analiza variației pentru setul S_2-S_3-S_4 pentru temperatura aerului***

Perioada de referință:
23.04.2017, ora 10:00 - 17.07.2017, ora 13:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_2	2044	42260,6	20,675440	71,755344
S_3	2044	41847,0	20,473092	65,756554
S_4	2044	41768,5	20,434687	67,853897

$p = 0,6068286$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Tabelul 17. ***Analiza variației pentru setul S_2-S_3-S_4 pentru umiditatea aerului***

Perioada de referință:
23.04.2017, ora 10:00 - 17.07.2017, ora 13:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_2	2044	150074,8	73,42211	566,2686
S_3	2044	146072,8	71,46419	536,5808
S_4	2044	148902,4	72,84853	588,9299

$p = 0,0255$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Tabelul 18. ***Analiza variației pentru setul S_1-S_2-S_3-S_4 pentru temperatura aerului***

Perioada de referință:
17.07.2017, ora 14:00 - 27.07.2017, ora 00:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_1	227	5776,8	25,44846	64,93251
S_2	227	5770,4	25,42026	74,65375
S_3	227	5719,0	25,19383	63,85474
S_4	227	5788,7	25,50088	71,82115

$p = 0,9805$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Tabelul 19. ***Analiza variației pentru setul S_1-S_2-S_3-S_4 pentru umiditatea aerului***

Perioada de referință:
17.07.2017, ora 14:00 - 27.07.2017, ora 00:00

Date sintetice

Grup	N	Sume	Media	Varianța
S_1	227	14269,5	62,86123	367,8821
S_2	227	15491,4	68,24405	555,3248
S_3	227	15247,9	67,17137	536,9841
S_4	227	15292,3	67,36696	531,0834

$p = 0,0475$; $\alpha = 0,01$; $p<0,01$
Interpretare: nu există diferențe între mediile analizate

Drept exemplu se prezintă Figura 6 în care se pune în evidență semnalul primit de doi colectori de date amplasați la o distanță de 20 m unul de altul (S_2 și S_4) în cultura de plop luată în studiu.

După cum se observă, alura generală captată de cei doi colectori de date a fost similară. Cu toate acestea, valorile înregistrate la anumite intervale au fost diferite.

Un astfel de comportament se poate datora poziției colectorilor de date în interiorul culturii. Deci, pot să existe variații mici pe termen scurt dar, în general, pe termen lung, nu au existat diferențe semnificative între valorile preluate de colectorii de date.

Prin urmare, din analiza datelor se poate deduce faptul că, deși pot exista mici variații pe termen scurt, valorile medii pe termen lung nu diferă semnificativ între diferite locații în care se colectează datele în interiorul unor astfel de culturi, indicând faptul că astfel de culturi se comportă unitar din acest punct de vedere.

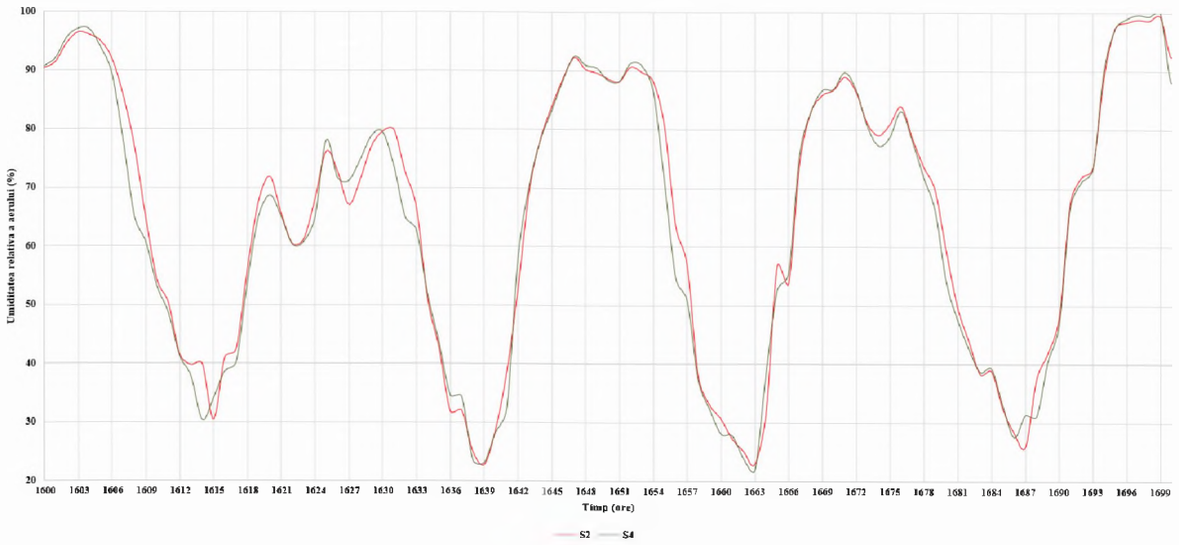


Fig. 6: ***Variația umidității relative a aerului pe termen scurt în cazul a doi colectori de date amplasați la distanța de 20 m unul de altul***

4. Concluzii

Rezultatele studiului de față susțin următoarele concluzii:

(i) Valorile medii ale diametrelor măsurate la înălțimea de 1,30 m au variat într-o măsură mai mare pe rândurile orientate paralel cu drumul auto forestier și au fost mai mari pe direcția nord-sud;

(ii) În condițiile experimentului realizat, nu au existat diferențe de creștere semnificative în raport cu poziția față de drumul auto forestier;

(iii) În ceea ce privește temperatura aerului, temperaturile diurne au fost mai mari în cazul mediei obținute de la colectorii de date comparativ cu datele de referință (cu excepția sezonului de iarnă, când valorile au fost egale), în timp ce valorile medii nocturne obținute de la colectorii de date au fost întotdeauna mai mici decât valorile de referință;

(iv) În comparație cu valorile medii de referință, privind umiditatea aerului, valorile medii obținute de la colectorii de date au fost mai mari pentru sezonul de vară și regimul diurn, precum și pentru sezoanele primăvara, vară și iarnă, pentru regimul nocturn;

(v) Pe termen lung, nu au existat diferențe semnificative între valorile preluate de colectorii de date, amplasați la distanțe diferite față de drumul auto forestier.

Mulțumiri

Autorii prezentei lucrări doresc să mulțumească Regiei Naționale a Pădurilor - RNP Romsilva, pentru facilitarea efectuării studiului de față. Mulțumirile noastre sunt adresate, în aceeași măsură, personalului Ocolului Silvic Călărași și al Direcției Silvice Călărași pentru ajutorul logistic oferit în efectuarea studiului. Prezentul studiu a fost elaborat ca parte integrantă a unei teze de doctorat în curs de elaborare în cadrul Școlii

Doctorale Interdisciplinare a Universității *Transilvania* din Brașov, cu sprijinul material și logistic al Departamentului de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov.

Bibliografie

Baker, T.P., Jordan, G.J., Steel, E.A., Fountain -Jones, N.M., Wardlaw, T.J., Baker, S.C., 2014. *Microclimate through space and time: Microclimatic variation at the edge of regeneration forests over daily, yearly and decadal time scales.* Forest Ecology and Management 334: 174-184.

Chen, J., Franklin, J.F., Spies, T.A., 1995. *Growing-season microclimatic gradients from clearcut edges into old-growth Douglas-fir forests.* Ecological Applications 5(1): 74-86.

Coffin, A.W., 2007. *From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads.* Journal of Transport Geography 15: 396-406.

Demir, M., 2007. *Impacts, management and functional planning criterion of forest road network system in Turkey.* Transportation Research Part A 41: 56-68.

Dincă, L., Niță, M.D., Hofgaard, A., Alados, C.L., Broll, G., Borz, S.A., Wertz, B., Monteiro, A.T., 2017. *Forests dynamics in the montane-alpine boundary: a comparative study using satellite imagery and climate data.* Climate Research (34): 1-14.

Dolocan, C., 2012, *Cercetări ecologice privind stejarii brumării din bazinul hidrografic Mostiștea.* Teză de doctorat. Universitatea *Transilvania* din Brașov.

Dupont, S., Bonnefond, J.-M., Irvine, M.R., Lamaud, E., Brunet, Y., 2011. *Long-distance edge effects in a pine forest with a deep and sparse trunk space: In situ and numerical experiments.* Agricultural and Forest Meteorology 151: 328-344.

Florescu, I., Nicolescu, N., 1996. *Silvicultură. Vol. I. Studiul pădurii.* Editura Lux Libris, Brașov, 210 p.

Heithecker, T.D., Halpern, C.B., 2007. *Edge-related gradients in microclimate in forest aggregates following structural retention harvests in western Washington.* Forest Ecology and Management 248:163-173.

Herbst, M., Roberts, J.M., Rosier, P.T.W., Taylor, M.E., Gowing, D.J., 2007. *Edge effects and forest water use: A field study in a mixed deciduous woodland.* Forest Ecology and Management 250: 176-186.

Iordache, E., Niță, M.D., Clinciu, I., 2012. *Planning forest accessibility with a low ecological impact.* Croatian Journal of Forest Engineering 33(1):143-148.

Jung, S.J., Lee, C.M., Kwon, T.S., 2013. *Effects of forest roads on hemipteran diversity in Mt. Gariwang, Korea test of intermediate disturbance hypothesis.* Journal of Asia-Pacific Biodiversity 6(2): 239-248.

Marcu, M., Marcu, V., 2012. *Meteorologie și Climatologie forestieră.* Curs pentru învățământul la distanță, Universitatea *Transilvania* din Brașov.

Narayanaraj, G., Wimberly, M.C., 2012. *Influences of forest roads and their edge effects on the spatial pattern of burn severity.* International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 23: 62-70.

Popovici, V., Bereziuc, R., Clinciu, I., 2003. *Extinderea rețelei de drumuri pentru accesibilizarea fondului forestier și, în general, a pădurii.* Bucovina Forestieră 11(2): 36-40.

Șofletea, N., Curtu, L.A., 2008. *Dendrologie.* Editura „Pentru Viață", Brașov, 418 p.

Yilmaz, E., Makineci, E., Demir, M., 2010. *Skid road effects on annual ring widths and diameter increment of fir (Abies bornmulleriana Mattf.) trees.* Transportation Research Part D 15: 350-355.

***Administrația Națională de Meteorologie, 2008. *Clima României.* Editura Academiei Române, București, 365 p.

*** www.rp5.ru, accesat în data de 15.01.2018.

Drd. ing. Gabriela-Codrina TIȚĂ
Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Brașov
tita.gabriela.codrina@unitbv.ro

Conf. dr. fiz. Marina Viorela MARCU
Departamentul de Exploatări Forestiere, Amenajarea Pădurilor şi Măsurători Terestre,
Facultatea de Silvicultură şi Exploatări Forestiere, Universitatea *Transilvania* din Braşov
viorela.marcu@unitbv.ro

Variation of breast height diameter, air temperature and air relative humidity into a young poplar culture

Abstract.

For several practical applications it is important to model the tree response to the so-called edge effect as such models may help in a better understanding of the way that forest transportation infrastructure could be developed. The development of forest road transportation network into forests generates certain effects that are observed on short, medium and long term. Air temperature and relative humidity, wind and light availability are just few of the parameters that particularly characterize the dynamics of tree growing near the natural or artificial forest edges. Most of the undertaken studies have shown that changes in terms of temperature and relative humidity were significant from the edge to the forest interior, emphasizing the importance of knowing the characteristics of microclimate. This study analyzed the biometric and microclimatic characteristics of a 2-year old poplar culture with the aim to test the eventual significant differences caused by the edge effect. Biometric measurements consisted of surveying the DBH on four cardinal directions while the microclimatic measurements consisted of collecting long term data on air temperature and relative humidity. Following the statistical analysis, no significant growth differences could be related to the individuals relative to the forest roads. Such differences were most likely related to the cardinal direction and ecological characteristics of the species. In what concerns the diurnal air temperature, the mean values obtained from dataloggers were higher compared to the reference values collected from the national system while the nocturnal ones were always less. Relative air humidity was higher for dataloggers and diurnal regime of the summer season as well as for nocturnal regime of spring, summer and winter compared to the national system. No differences related to the dataloggers relative to the road were found by analyzing long term data. The results of this study may be useful in the understanding of growth dynamics of the young poplar cultures as well as of their specific microclimate.

Keywords: ***variation, breast height diameter, air temperature, air relative humidity, microclimate, edge effect***

Variația diametrului la înălțimea pieptului, a temperaturii și umidității relative a aerului într-o cultură tânără de plop euramerican

Rezumat.

Din mai multe motive practice, este important să se modeleze răspunsul arborilor la așa-numitul efect de margine, deoarece astfel de modele, împreună cu altele care descriu sau prezic alte reacții relaționate cu acesta, ar putea ajuta la o mai bună înțelegere a modului în care poate fi dezvoltată infrastructura de transport forestier sau alte operații cu specific forestier. Dezvoltarea rețelei de transport forestier, prin construcția de drumuri în masivele forestiere, generează anumite efecte specifice ce se manifestă pe termen scurt, mediu și lung. Temperatura și umiditatea aerului, regimul eolian și iluminarea naturală sunt doar câțiva din parametrii care caracterizează în mod special dinamica creșterii arborilor localizați lângă lizierele naturale sau artificiale. În majoritatea studiilor care au abordat această problemă, rezultatele au fost semnificative și s-a subliniat importanța cunoașterii microclimatului specific. În acest studiu s-au analizat caracteristicile dendrometrice și microclimatice ale unei culturi

tinere de plop (2 ani), cu scopul de a evidenția eventualele diferențe semnificative cauzate de efectul de margine. Măsurătorile dendrometrice au constat în măsurarea diametrelor la înălțimea pieptului pe cele patru direcții cardinale, iar pentru parametrii microclimatici s-au folosit colectori de date echipați cu senzori, capabili să înregistreze valori ale temperaturii și umidității pe perioade îndelungate. În urma prelucrărilor statistice, în condițiile experimentului realizat, s-a constatat că nu există diferențe de creștere semnificative în raport cu poziția față de drumul auto forestier. Acestea au fost mai degrabă relaționate cu direcția cardinală și cu caracteristicile ecologice ale speciilor. Referitor la temperatura aerului, valorile medii diurne obținute de la colectorii de date au fost în general mai mari decât valorile de referință, în timp ce valorile medii nocturne au fost întotdeauna mai mici. Valorile medii obținute de la colectorii de date pentru umiditatea aerului au fost mai mari pentru sezonul de vară, regimul diurn și pentru sezoanele primăvara, vară și iarnă, regimul nocturn decât valorile medii de referință. În același timp, nu au existat diferențe semnificative pentru temperatură și umiditatea aerului între mediile rezultate din date colectate pe termen lung ca efect al poziției colectorului de date față de drumul forestier. Rezultatele studiului de față pot fi utile în înțelegerea dinamicii creșterilor culturilor tinere și a parametrilor microclimatici specifici acestora.

Cuvinte cheie: ***variație, diametre la înălțimea pieptului, temperatura aerului, umiditatea aerului, microclimat, efect de margine***

The annual meeting of Pro Silva in Romania

Florian BORLEA

This year's **Pro Silva Annual Meeting** took place at the very end of June in Romania: 40 participants from all over Europe met in Sibiu and spent three fascinating days in the forests of Romania.

After the president's report and the official formalities, the new board was elected for the next 3 years' period: *Eckart Senitza*, president of Pro Silva Austria, was appointed as new president of Pro Silva Europe. *Phil Morgan* from Wales will serve the team as vice president and form a hub for the western European countries.

As a new member of the board Prof. *Jurij Diaci* from Slovenia will support the eastern European countries and will be the link to scientific activities. The approved board members *Padraig O'Tuama* from Ireland as Secretary and *Anne Hürzeler-De Turckheim* from Switzerland will proceed the next period.

Fig. 1: ***Pro Silva Group from all over Europe***

The Annual General Meeting (AGM) decided over a new logo and fee structure and encourage the team to focus on stronger integration of the members, engagement in European forestry topics and in cross nation collaboration under various projects.

As a guest of the Pro Silva Annual Meeting, *Valda Araminiene* from Lithuania presented the intentions of joining Pro Silva was seeking for support to setup a Pro Silva Organisation in her country. *Alex Held* from the European Forest Institute (EFI) in Bonn (Germany), participating in the Integrate+ project of EFI and the "Biowild" Project of Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft (ANW), will contribute for building stronger networks for projects.

During the field trip, all team the state-owned forests in Avrig, surfaces of research forests in the south Carpathians area, in Mihăești as well as the famous pristine forest near Șinca.

The participants were impressed about some of the best examples of nature orientated forestry and pure nature forest, as a reference and laboratory for important scientific work. They learned a lot about the demanding multipurpose goals that active forest management should deliver for Romanian economy and society. It was agreed that the Pro Silva approach offers good opportunities to implement integrated forest management that may fulfil multiple goals and, in the same time, being able to switch between changing goals far more easily than static forest management regulations allow.

Fig. 2: ***Şinca virgin forest***

Fig. 3: ***Beech forest near Mihăeşti***

The best examples that were studied and visited in the field did not hide the issue of illegal logging - including some cases of large clear cuts - and of bureaucratic and prescriptive forest organisation and management. The highly sophisticated and prescriptive control mechanisms (present in Romania) may not be the best approach for current economic and social realities while having the potential to encourage corruption.

During the meetings and fieldtrips, Pro Silva meeting participants found passionate well-educated forest colleagues that support the ideas and approach promoted by Pro Silva. Thus, the participants encouraged Romanian foresters to establish an independent Pro Silva organisation in Romania.

This could be the starting point for a wider acknowledgement of the Pro Silva principles in Romania and their successful implementation for a future forestry.

Prof. dr. ing. Florian BORLEA
Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară a Banatului din Timişoara,
Calea Aradului nr. 119
fborlea@yahoo.com

Doamna Prof. dr. ing. Valentina Doina Ciobanu împlinește 70 de ani

Valeria-Maria ALEXANDRU
Elena Camelia MUȘAT

Prof. dr. ing. Valentina Doina CIOBANU

În general, aniversările reprezintă momente de analiză și bilanț din viața fiecăruia, momente de satisfacții.

Un asemenea moment ne adună în jurul Doamnei Profesor universitar dr. ing. Valentina Doina CIOBANU care **astăzi, 17 noiembrie 2017, împlinește venerabila vârstă de 70 de ani**, moment dublat și de o altă aniversare frumoasă, respectiv de cei **42 de ani de activitate desfășurată în învățământul superior**.

Sărbătorita de astăzi - Doamna Profesor universitar dr. ing. Valentina Doina CIOBANU - este născută și crescută în Brașov, deci brașoveancă de pe strada 13 Decembrie numărul 114/118, ca fiică a lui Mihai FOCȘA - tatăl și a Mariei FOCȘA - mama, având o unică soră - Rodica, mai mare cu trei ani.

Pregătirea sa școlară a început la Școala Generală Nr. 3 Tractorul și a continuat la Liceul Nr. 3 (actual Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă"). Opțiunea sa pentru facultate a vizat Silvicultura din Brașov. Absolventă a promoției 1971, și-a efectuat stagiatura și a lucrat, timp de 4 ani, în cadrul C.E.I.L. Târgu Secuiesc - Serviciul Producție și Proiectare, unde a participat la elaborarea unei multitudini de soluții tehnico-economice în domeniul drumurilor forestiere și a utilajelor pentru construcții de drumuri, soluții concretizate în proiecte, precum și în brevete de inovație (4 la număr).

Atrasă de activitatea de cercetare, și-a continuat această preocupare, începând din anul 1975 până în prezent, prin integrarea sa în structura didactică a Facultății de Silvicultură și Exploatări Forestiere, timp de 15 ani ca asistent universitar (1975 - 1990), timp de 11 ani ca șef de lucrări (1990 - 2001), fiind 5 ani conferențiar (2001 - 2006) și 11 ani profesor universitar (din anul 2006 și până în prezent).

Cu ambiție și o deosebită perseverență și-a pregătit doctoratul, teza sa referitoare la utilizarea geogrilelor în consolidarea carosabilului, având un real caracter de noutate și originalitate, atât din punctul de vedere al materialului rutier analizat, cât și al încercărilor de laborator care simulau deformația terenului argilos, cu precizia și performanța specifică instalației Hydropuls.

A obținut, în 1998, titlul de Doctor Inginer în Silvicultură, iar în anul 2006 calitatea de conducător de doctorat.

În calitate de conducător de doctorat are rezultate remarcabile, în sensul că, în cei 11 ani de îndrumare, au fost finalizate 12 teze de doctorat, iar 5 teze se află în stagiul de pregătire (17 teze în îndrumare). Din cele 13 teze finalizate, 12 au fost confirmate, iar a 13-a a fost deja susținută public. De reținut este și faptul că, din tezele confirmate, două au fost în regim de **îndrumare în cotutelă cu specialiști de la Universitatea din Timișoara (U.S.A.M.V.) și din Austria**. La prima teză de doctorat, Doamna Prof. univ. dr. ing. Valentina CIOBANU a fost solicitată pentru îndrumarea în cotutelă, iar la cea de-a doua teză, Universitatea *Transilvania* din Brașov a solicitat Universității BOKU, din Austria, îndrumarea în

cotutelă a unui doctorand care a parcurs studiile postuniversitare de masterat la acea instituție.

Problemele de cercetare abordate cuprind o paletă largă de preocupări în domeniul drumurilor forestiere, al incendiilor forestiere, al utilajelor pentru construcții forestiere și de exploatarea pădurilor, a surselor de energie alternativă, a prelucrării lemnului în furnire, a relației om - mașină etc..

În activitatea de cercetare a performat în cercetările colective, fiind un element de bază în echipa de lucru pentru ca, în timp, să preia răspunderea unor granturi și teme de cercetare ca prim autor și director de proiect.

Activitatea didactică cu studenții a desfășurat-o și o desfășoară și în prezent cu responsabilitate și pasiune, fiind mereu în dialog cu studenții și căutând să le capteze interesul pentru problemele abordate. S-a bucurat și se bucură și în prezent de stima și respectul acestora, oferindu-le permanent explicațiile solicitate și găsind mereu soluții pentru a-i ajuta în problemele dificile pe care le au de rezolvat.

Atât prin procesul didactic, cât și prin cel de cercetare, are realizări privind: cursuri și îndrumare pentru lucrările practice cu studenții, precum și contracte și lucrări de cercetare publicate în reviste de specialitate cu cotații deosebite. În concret este vorba de: 21 de cărți și cursuri publicate în edituri recunoscute la nivel național, 47 de articole diverse, 79 de lucrări susținute în cadrul conferințelor naționale și internaționale, 56 de articole publicate în reviste cotate BDI și 24 de articole publicate în jurnale cotate ISI, multe dintre acestea chiar în reviste din zona roșie. În ceea ce privește contractele de cercetare științifică, se constată faptul că a participat activ la soluționarea a 33 de teme, la 16 dintre acestea fiind responsabil/director de contract. În plus, se remarcă cele 3 contracte internaționale, derulate la solicitarea Băncii Mondiale și a Comisiei Europene.

A fost mereu prezentă în viața Facultății și Universității prin activitățile desfășurate la concursurile de admitere, la redactarea Buletinului Universității (Seria II), precum și în diverse comisii de evaluare, analiză și management. Este de reținut și participarea sa ca membru, până în anul 2015, în Comisia Națională de Acreditare a Proiectanților de Drumuri Forestiere de la București.

În viața privată are parte de o familie împlinită, alături, din 1980, de soțul său, doctor inginer, cercetătorul CIOBANU Ion, și fiica sa, Valentina, născută în 1981, acum absolventă a Facultății de Drept din Brașov.

Socializează cu toți colegii de muncă - cadre didactice, personal auxiliar, doctoranzi, studenți - fapt care i-a adus prețuirea și aprecierea unanimă, fiind puternic atașată acestuia.

În acest moment solemn de aniversare, adresăm Doamnei Profesor universitar dr. ing. Valentina Doina CIOBANU, cu respect și căldură, urarea de viață îndelungată, cu sănătate și împliniri deosebite alături de cei dragi!

LA MULȚI ANI FERICIȚI !